PC-8801シリーズ

マシン語サウンドプログラミング

日高 徹 著



Illustrated by Takahiro Nishimura

PC-8801シリーズ

マシン語サウンドプログラミング

日高 徹 著

アスキー出版局

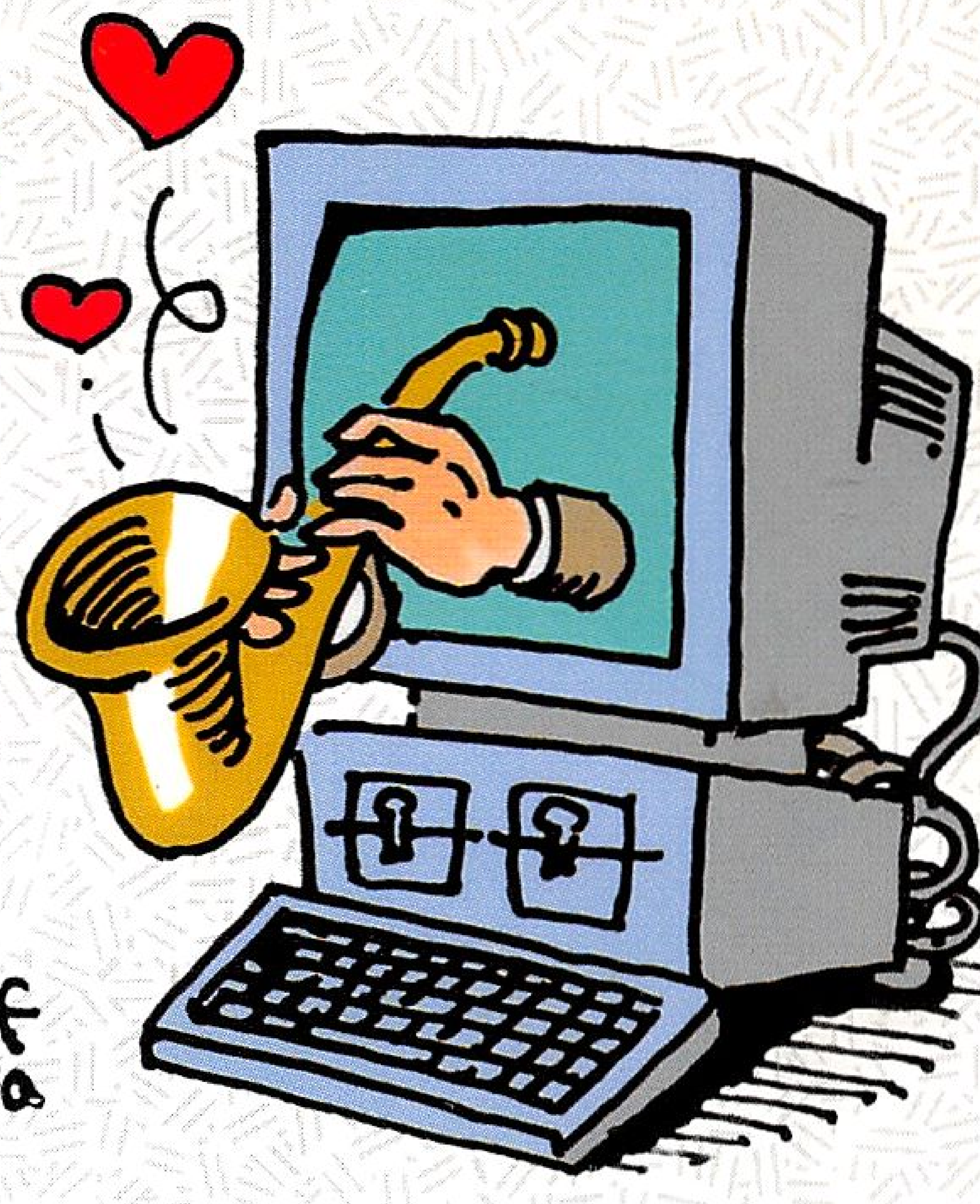
SCORE NOTE TONE

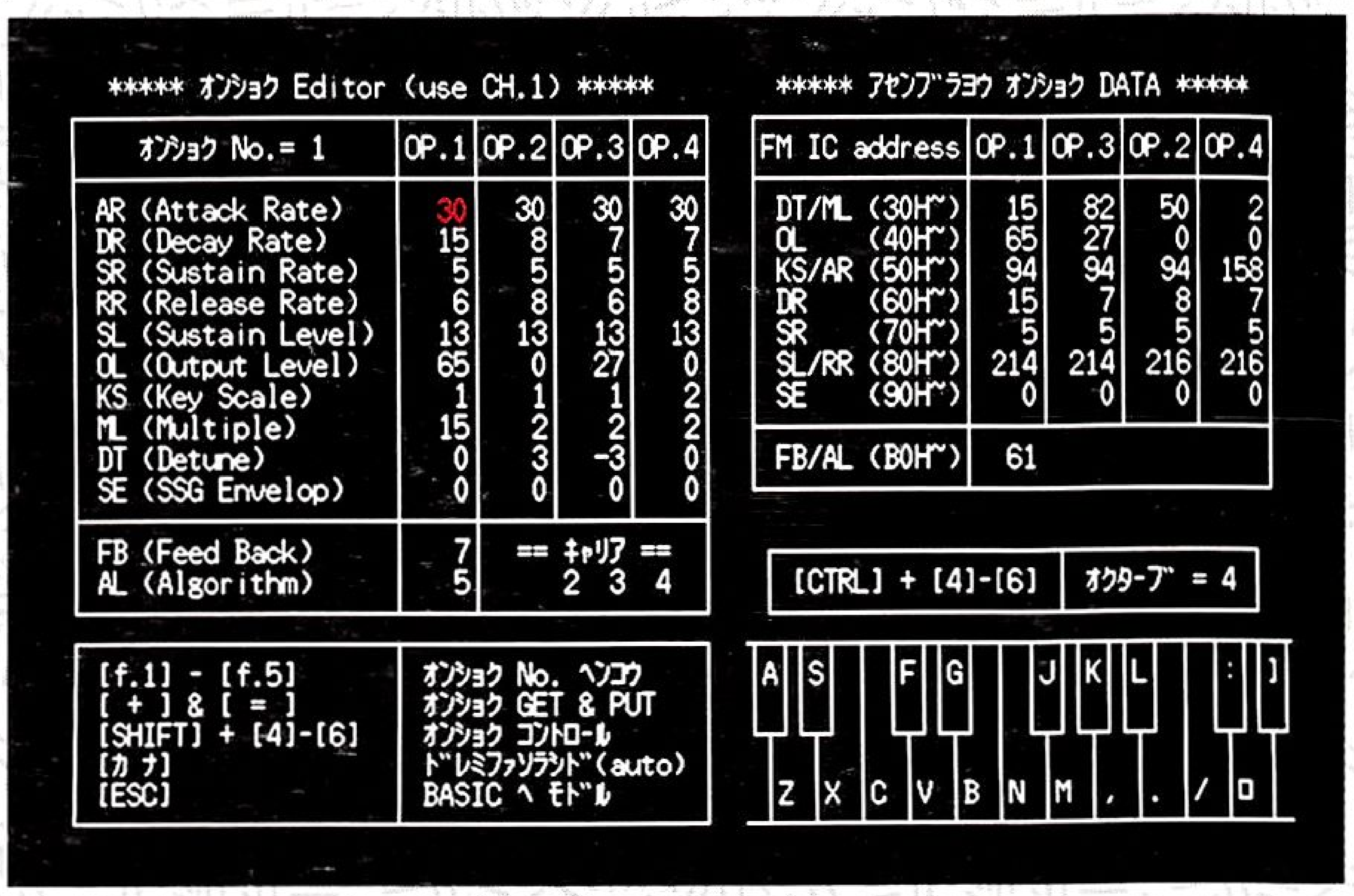
SOUND MACHINE START

RHYTHM SYNTHESIS MUSIC

♪PC-8801が無限の音色を奏で始める

FM音源 音色エディタ





***** ｵﾝｼｮｸ Editor (use CH.1) *****				
ｵﾝｼｮｸ No.= 1	OP.1	OP.2	OP.3	OP.4
AR (Attack Rate)	30	30	30	30
DR (Decay Rate)	15	8	7	7
SR (Sustain Rate)	5	5	5	5
RR (Release Rate)	6	8	6	8
SL (Sustain Level)	13	13	13	13
OL (Output Level)	65	0	27	0
KS (Key Scale)	1	1	1	2
ML (Multiple)	15	2	2	2
DT (Detune)	0	3	-3	0
SE (SSG Envelop)	0	0	0	0
FB (Feed Back)	7	== ｷｬﾘｱ ==		
AL (Algorithm)	5	2	3	4

[f.1] - [f.5]	ｵﾝｼｮｸ No. ﾍﾝｺｳ
[+] & [=]	ｵﾝｼｮｸ GET & PUT
[SHIFT] + [4]-[6]	ｵﾝｼｮｸ ｺﾝﾄﾛｰﾙ
[ｶ ﾅ]	ﾄﾞﾚﾐﾌｧｿﾗｼﾄﾞ(auto)
[ESC]	BASIC ﾍ ﾓﾄﾞﾙ

***** ｱｾﾝﾌﾞﾗﾖｳ ｵﾝｼｮｸ DATA *****				
FM IC address	OP.1	OP.3	OP.2	OP.4
DT/ML (30H~)	15	82	50	2
OL (40H~)	65	27	0	0
KS/AR (50H~)	94	94	94	158
DR (60H~)	15	7	8	7
SR (70H~)	5	5	5	5
SL/RR (80H~)	214	214	216	216
SE (90H~)	0	0	0	0
FB/AL (B0H~)	61			

[CTRL] + [4]-[6]　ｵｸﾀｰﾌﾞ = 4

A S F G J K L :]
Z X C V B N M , . / _

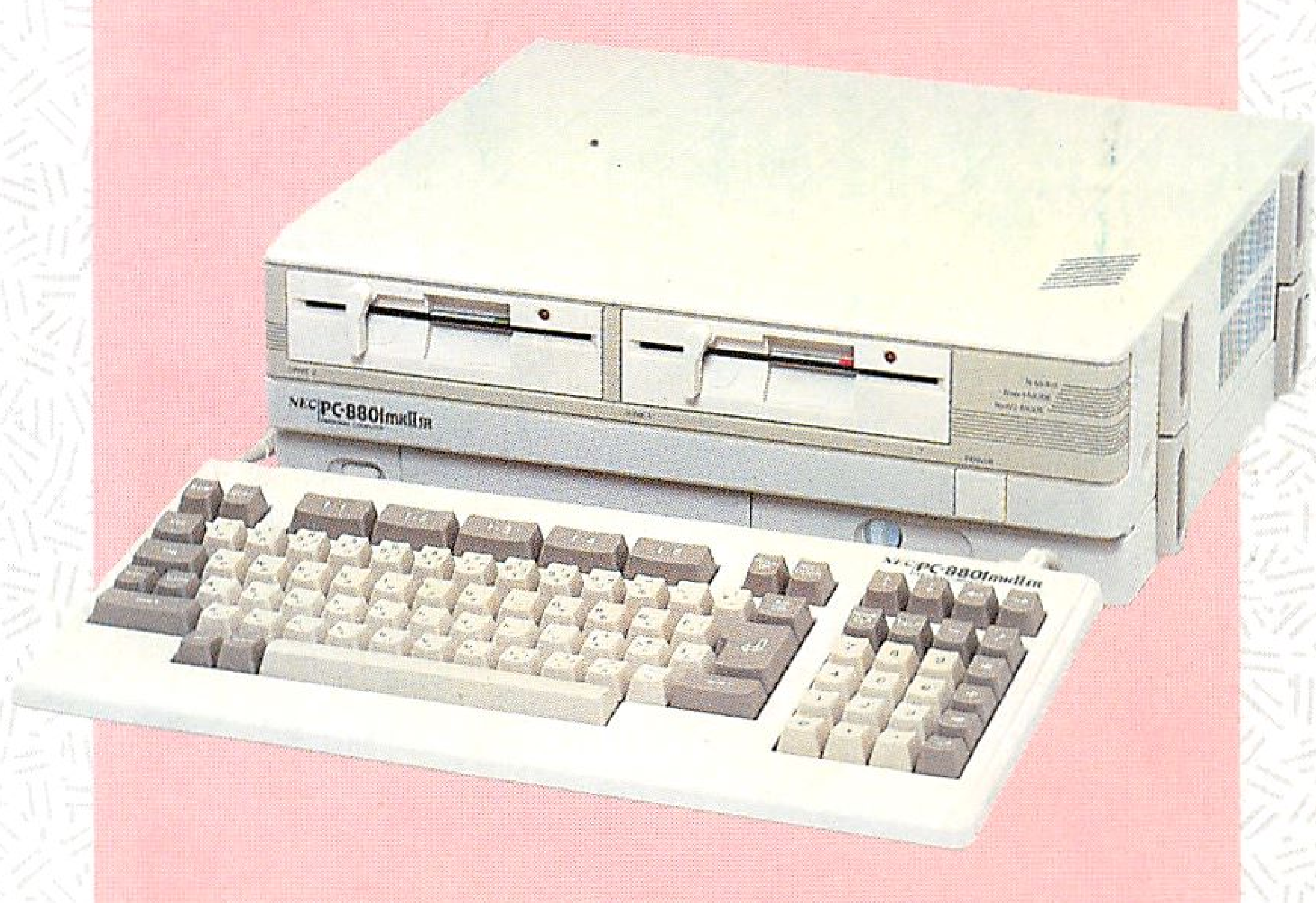
FM音源音色エディタを使えば、簡単な操作でいろいろな音色を作り出すことができる。実際に音を鳴らしながらエディットすることができるので、エンベロープやアルゴリズムなどの勉強にも最適だ。作った音色データは、サウンドドライバで利用しよう。

♪ただの演奏プログラムとはひと味違う

スーパー サウンドドライバ



本書はPC-8801mk II SR/TR/FR/MR、
PC-8801FH/MH/FA/MA/FE/MA2、
PC-88VA/VA2/VA3、
およびオプションによりサウンドボードII
を実装したマシンに対応(1989年現在)。

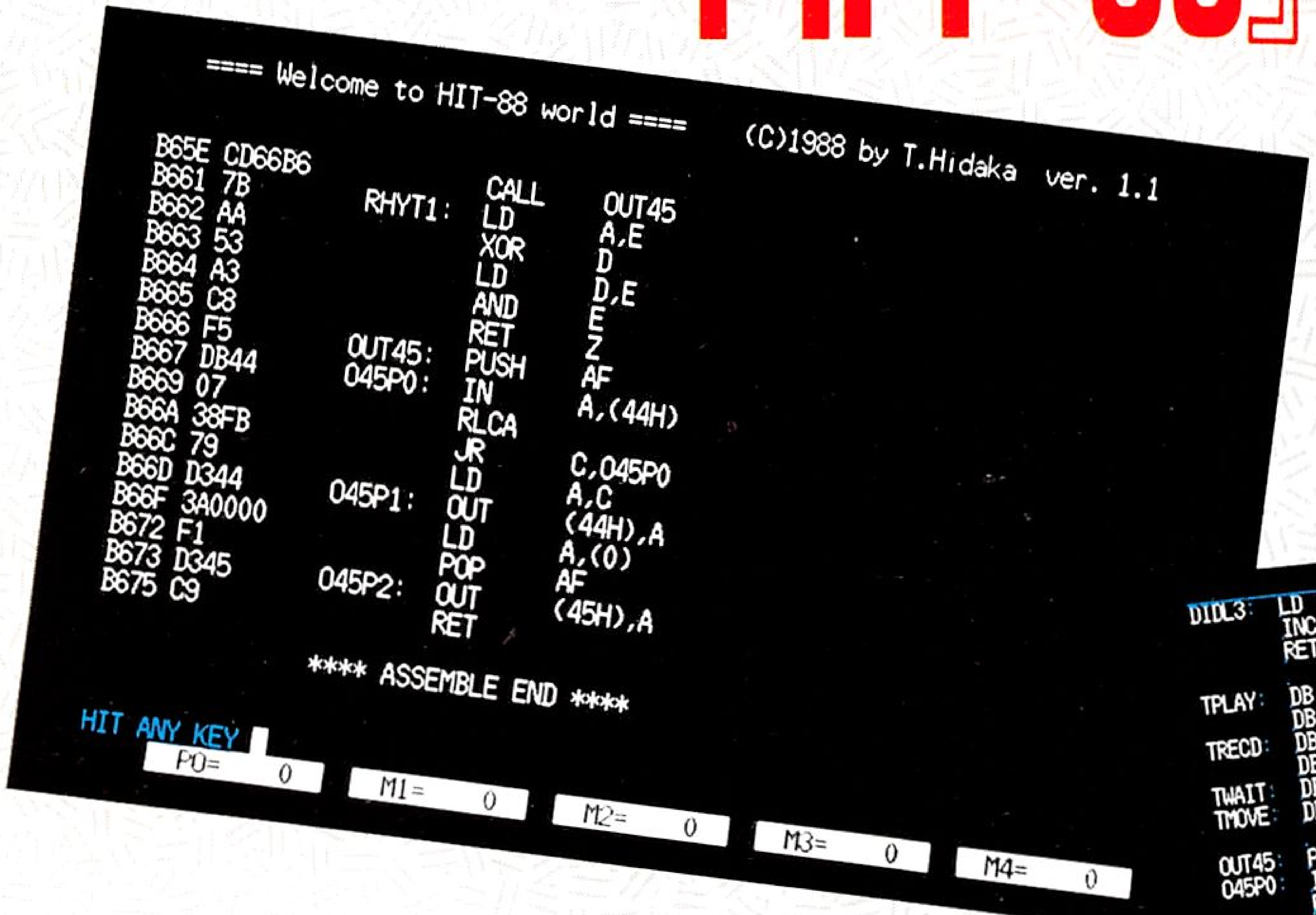


市販ゲームと同レベルのサウンドドライバである。もちろんソース・プログラムも大公開。スーパー サウンドドライバをマスターした暁には、自作のマシン語プログラムにBGMを付けることも可能だ。ビブラートやフェードなどの音響効果をサポートしているほか、ゲームのことを考えて効果音を出すこともできる。

♪マシン語を開発するには、まず環境から

エディタ・アセンブラ『HIT-88』





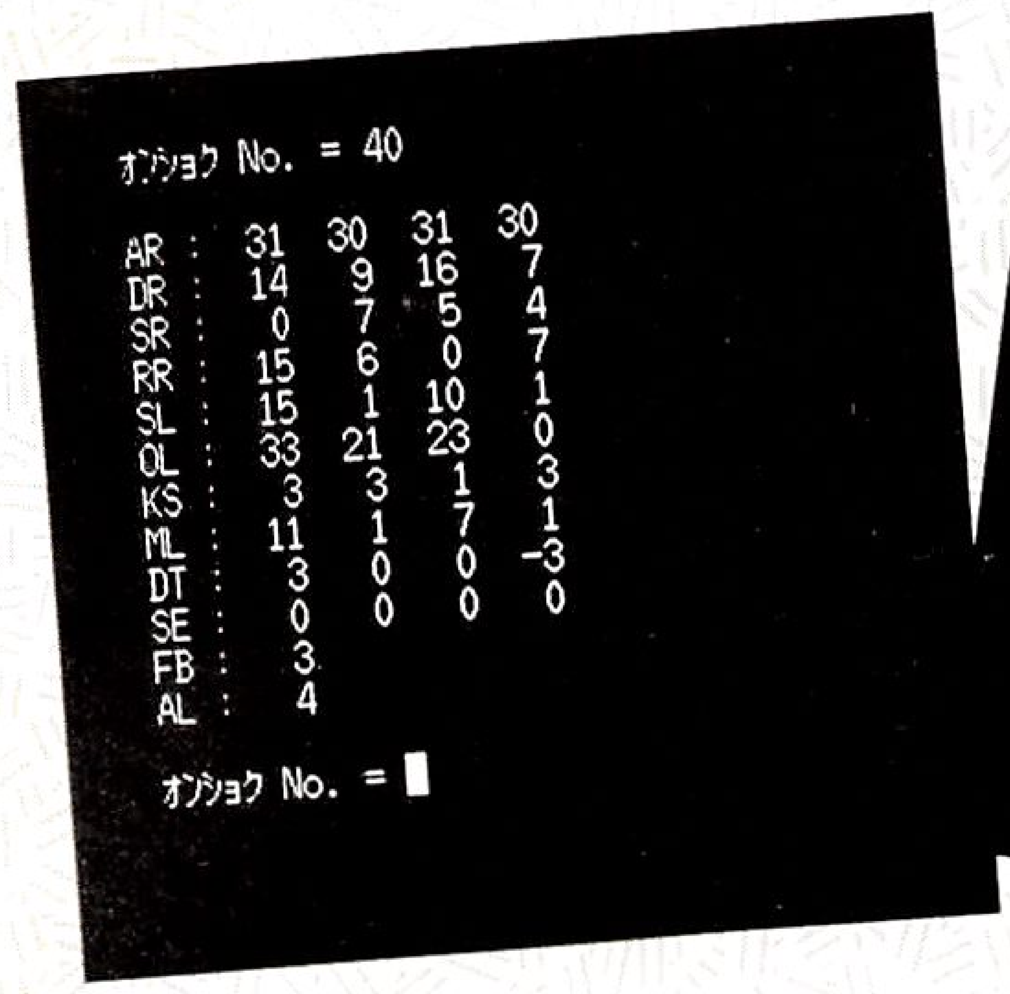


多機能なスクリーン・エディタを内蔵した高速アセンブラ。たとえ巨大なソース・プログラムであっても、時間をかけずになんなくアセンブルすることができる。申し分のない開発環境があなたのものに。

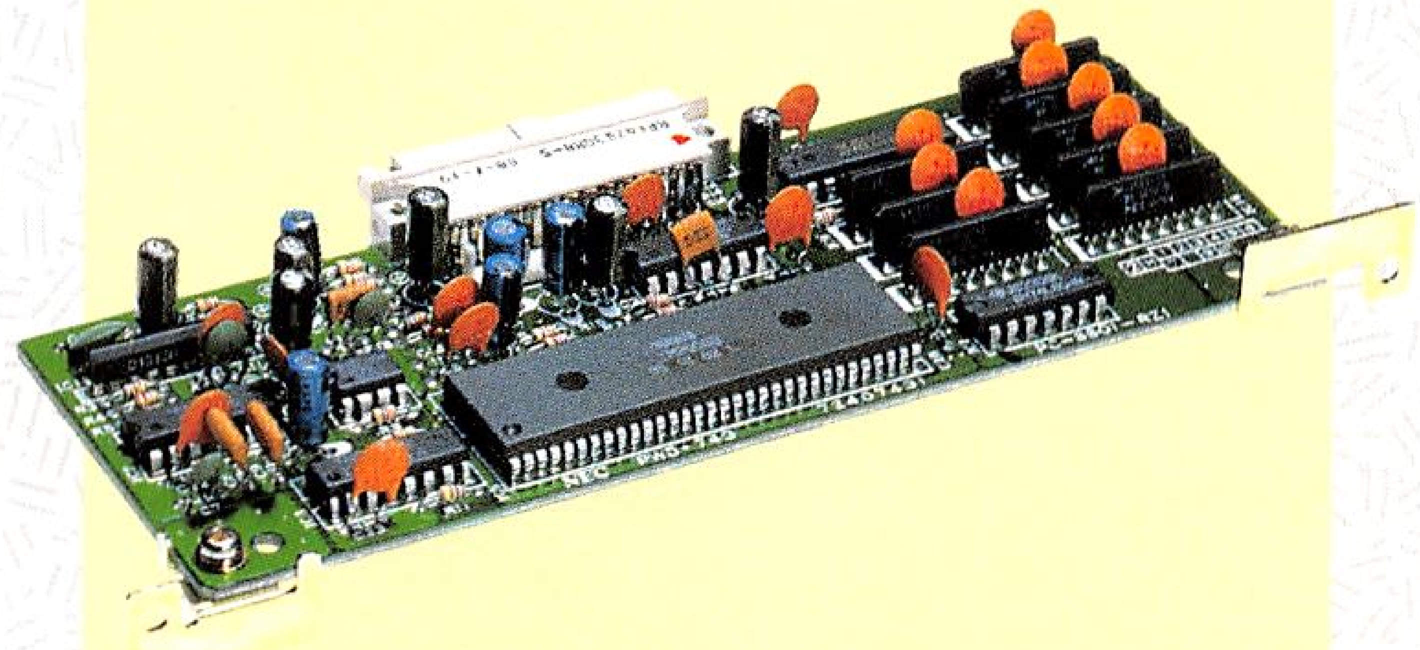
♪サウンド機能をマシン語でコントロール

FM音源やSSG音源など、これらの音源能力はマシン語でコントロールしてこそ100%発揮される。本書は、そのためのノウハウやテクニックを詳しく伝えるべく、サンプル・プログラムを多数用意した。もちろん、ソース・プログラムはすべてコメント付き。細かな疑問も百聞は一見にしかずだ。

本書では、旧サウンドボード(FM音源、SSG音源)とサウンドボードII(FM音源、SSG音源、リズム音源、ADPCM)を徹底解説。あなたのマシンに秘められたサウンドの能力を、自分自身の力で引き出そう。







PC-8801シリーズ

マシン語サウンドプログラミング

日高 徹 著

アスキー出版局

本文イラスト　小田ヒロミ(おだ　ひろみ)

はじめに

近年、パーソナルコンピュータ用の市販ゲームソフトは、まさに日進月歩の状態でスケールアップしている感がします。この傾向は、プレイすることだけを主眼に置いた子供向けゲーム専用マシンにも当てはまることです。ただ、パーソナルコンピュータの場合は、ゲームマシンであるだけでなく「開発マシン」でもあります。ゲーム専用マシンのソフト開発のように、高額な専用開発装置を用意しなくても、机上のパーソナルコンピュータが1台あれば、市販ゲームソフトと同等のものを作れる可能性を有しているのです。このような可能性に対して、プログラムに少しでも興味がある方なら、ゲームに秘められたテクニックを知り、自分でも挑戦してみたいと思うのは当然のことではないでしょうか。

本書は、このようなテーマで出版された拙著**『PC-8801mk II SR　マシン語ゲーム・プログラミング』（アスキー出版局）**の続編であり、そこで書き尽くすことができなかった「PC-8801のサウンド機能」に焦点をしぼったものです。

PC-8801シリーズのサウンド機能は、1987年に登場した「サウンドボードII」により、まさにパーソナルコンピュータとしては最高峰に位置するものとなっています。すでに、多くのサウンドがゲームというジャンルの枠を越え、シンセサイザとはまた違ったコンピュータ・ミュージックの世界を確立しています。サウンド機能がPC-8801の魅力の一端を担っているのは、まぎれもない事実といえるでしょう。

本書は、このようなサウンド機能を支える**サウンドボードII**またはそれ以前の**サウンドボード**(FM音源3声＋SSG音源3声のサウンドIC)を徹底的に利用したい人のために書かれたものです。ですから、単なる解析資料ではなく、「短所があればそれをカバーし、長所があればさらにそれを伸ばす」という方針で、ノウハウやアイデアを余すところなく紹介しています。

また、こういった多くのノウハウを結集して作成した**サウンドドライバ**(音楽演奏用プログラム)を、アセンブラのソースリストの形ですべて公開し、知識だけの本にならないよう、実用性をも考慮しています。これは、市販のゲームやミュージック・ツールなどに備えられたサウンドドライバと同等の、あるいはそれ以上の能力をもつものであり、あなたのPC-8801にまったく新しいサウンドの世界を築いてくれるものと強く確信しています。

本書の魅力はそれだけではありません。そういったサウンドドライバを活用するプログラミング環境をも、まとめて提供してしまおうというのです。マシン語を効率よく開発するためには、環境を整えることも大切な要素です。そのために、市販ソフトレベルのプログラムも十分に開発可能な、本格的な**エディタ・アセンブラ『HIT-88』**を用意しました。こちらのほうも、大いに活用していただきたいと思います。

最後になりましたが、本書執筆に当たり日本電気株式会社より多大なるご支援、ご協力を受けましたことを、この場を借りて改めてお礼申し上げます。

1989年2月　日高　徹

本書をご覧になる前に

実際にサウンド機能をフルにコントロールするとなると、マシン語の深い知識が必要です。なかには、そんなめんどうな勉強はしたくないし、サウンドドライバさえ手に入ればいいや、という声も聞こえてきます。本書としても、そのような声を一概に無視したくはありません。

しかし、いくら興味のある部分だけを知りたいといっても、そこに至るまでの基礎知識がなければ、サウンドドライバを利用することは不可能です。ましてや、掲載のサウンドドライバは、あなたのアセンブラのプログラムと融合できるだけの柔軟性をもったものです。マシン語の知識がないのに、サウンドドライバだけを利用して本格的にBGMを鳴らしたいといっても、それは単なる夢物語でしかありません。

このような理由から、本書は内容こそ一冊の独立した本ですが、予備知識として『PC-8801mk II SR　マシン語ゲームプログラミング』(写真)を読まれた方、あるいはその程度のマシン語の知識がある方を対象として書かれています。もちろん、本書中のプログラムそのものを単に楽しんだり、FM音源ICに対するさまざまなノウハウを理解するという目的であれば、それだけでも最後まで楽しく読めるように配慮はしてあります。

……が、最終的に本書のプログラム(サウンドドライバ)は、あなた個人のプログラムに進入してこそ価値のあるものです(侵入はしませんので、ご安心ください)。その価値を活かすためにも、そしてサウンドの魅力を活かすためにも、ぜひともマシン語の大海へと旅立ってもらいたいのです。サウンドの魅力が、いつの日かマシン語の魅力へ……、それが私の願いです。



写真　PC-8801mk II SR　マシン語ゲーム・プログラミング(アスキー出版局)

目　次

プログラム掲載ページ一覧



アスキー・ディスクアルバムのお知らせ

本書に掲載しているプログラムは、読者サービスとして「ディスクアルバム 35 」に収録し発売しております。ぜひ、本書とあわせてご利用ください。

アスキー・ディスクアルバム 35
PC-8801 シリーズ　マシン語サウンド・プログラミング
5 インチ 2D ディスク
価格 5,800 円

（表示価格には消費税は含まれておりません）

本書では「音の高さ」のことを便宜上「音程」と表現している部分があります。

序　章

FM音源に ファーストアプローチ



「FM 音源」。この魅力あるサウンドの世界が、あなたにコントロールされることを待ち望んでいます。すでにゲームなどの BGM として、あるいは独立した音楽ソフトとして、サウンドそのものはあなたのコンピュータ上で活躍していることでしょう。しかし、それらはソフトウェアとして用意された枠のなかで活躍するものではあっても、FM 音源すべての魅力を引き出してくれるものではありません。

FM 音源の魅力……それは、姿を変えたプログラミングの魅力です。それも、マシン語プログラミングの魅力なのです。そこには自由と創造に満ちたかぎりない可能性が広がっています。枠に閉じ込められた既製のソフトは、その魅力の一端を見せているにすぎません。あなたを満足させる FM 音源は、あなたによってのみ作られるのです。

1. PC-8801サウンドの歴史

「人に歴史あり」といわれるように、PC-8801シリーズにも小さな歴史があります。そして、その歴史のなかで大きな比重を占めているのがサウンドです。ここでは、PC-8801のサウンドがどのような経緯をたどって現在に至ったのか、過去を振り返りながらその変遷を簡単に見てみることにします。

これによって、あなたの所有するPC-8801が、歴代のPC-8801シリーズのどこに位置しているのか、あるいは他のPC-8801とサウンド面でどう違うのか、機能を比較しながら自分のシステムの状態を客観的に掌握してください。

・1981年 PC-8801

初代PC-8801。音源はビープ音だけ。ボリュームはない。マシン語で高速にビープ音をオン／オフさせ、苦労して音楽を作っていた。いわゆるビープ・ミュージックはPSG機能の付いている機種への対抗を意識したものでもあり、メーカーに対する無言の要求でもあった。一方、メーカー側からすれば、ビープ音しか出さないことで、ゲーム機ではない証としたかったのかもしれない（写真1）。

・1983年 PC-8801mk II

ディスク・ドライブを本体に内蔵し、外見的には現在のPC-8801の原型となった。本体にはビープ音のボリュームが付き、BASICでビープ・ミュージックが使用できるようになった。拡張命令の「CMD SING」文がこれに相当し、ミュージック・サブコマンドというMML（Music Macro Language）の入門用のような命令でコントロールした。しかし、これが実用になるものでないことはビープ・ミュージックで

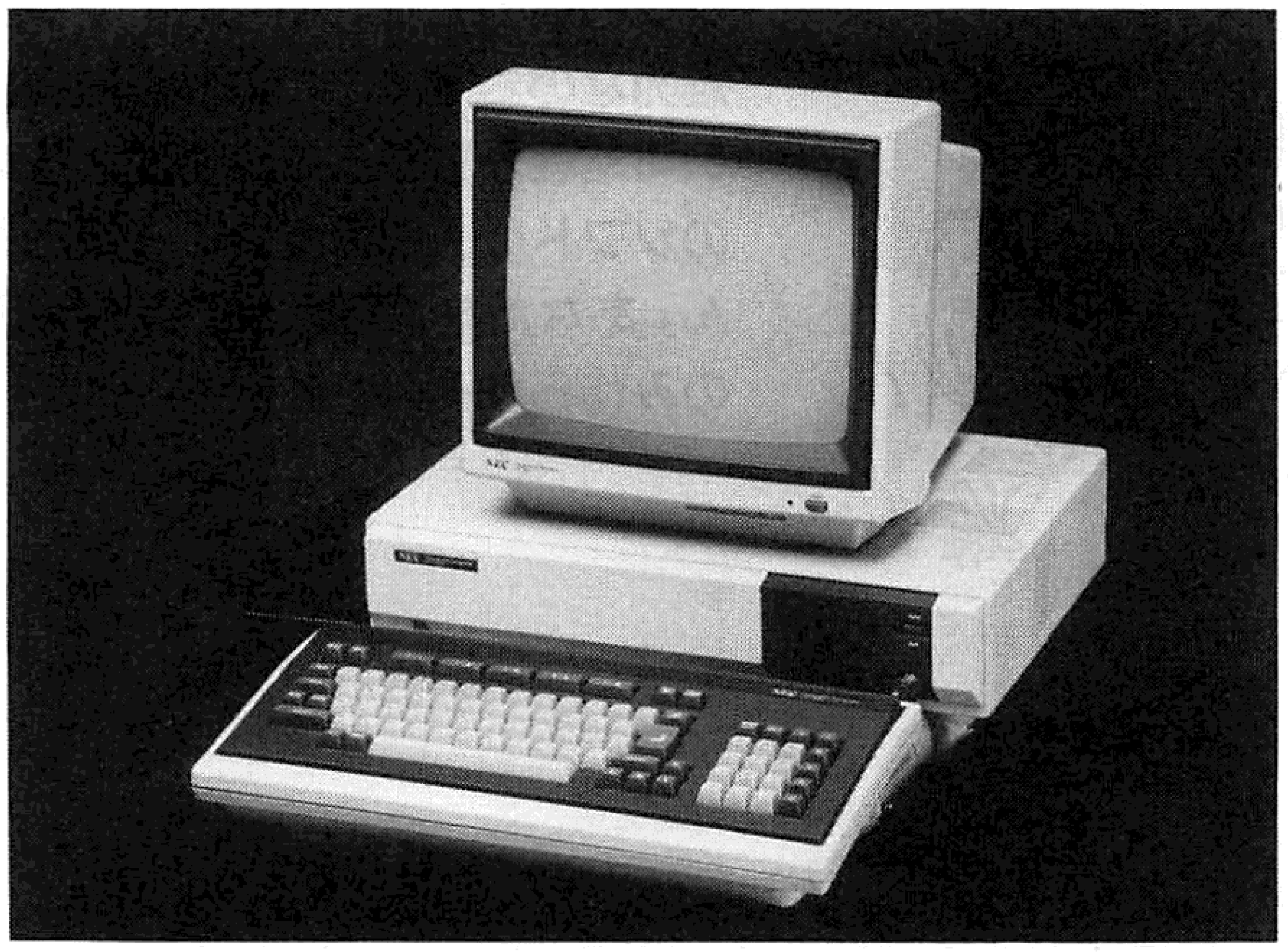


写真1 元祖PC-8801

苦労した者からみれば明白である。細かい点では、ゲート（出力ポート 40Hのビット5)を開けることにより波形が流れる従来のビープ音のほかに、単に一定電圧だけを送る機能(同ビット 7)が追加された。後者は、プログラムでオン／オフをしないかぎり音にはならない。

・1985 年　PC-8801mk II SR

現在の PC-8801 の標準仕様を決定した機種であり、ほとんどのソフトが「SR 以降」となった原点でもある。スピード、グラフィック両機能の強化に加え、いきなり FM 音源という強力なサウンド機能が装備された。これを境に、パソコン・ミュージックという新しいジャンルが確立された。

しかし、マシン自体の進化があまりに大きかったため、すぐには対応できないソフトハウスやプログラマも多かった.(写真2)。

・1985 年　PC-8801mk II TR

基本的な性能は PC-8801mk II SR と変わらないが、パソコン通信をするために必要な機能、装置が付いた。

・1985 年　PC-8801mk II FR
　　　　　PC-8801mk II MR

N-BASIC の外部切換スイッチがはずされたほかは、基本的な性能はそのままに、価格が大幅に下げられたモデルである。世間では、あまりにも短期間でのモデルチェンジや値下げに対する不満の声もあがった。

この機種より 1M バイトのディスクに対応できる「M シリーズ」が併売されるようになった。

・1986 年　PC-8801FH、PC-8801MH

基本周波数を 4MHz と 8MHz から選択できるようになった。サウンド関係ではヘッドホン端子が装備された。

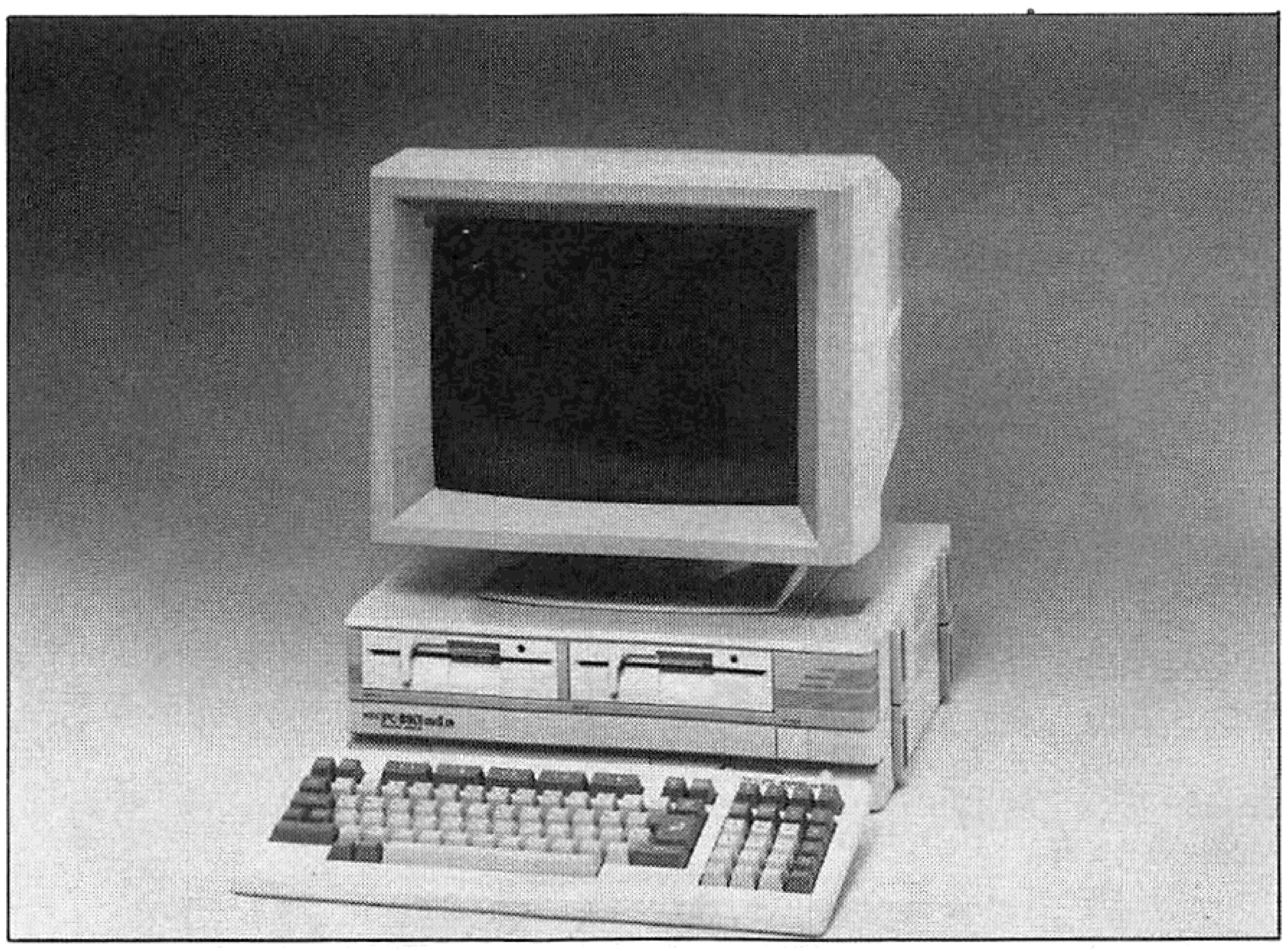


写真２　FM 音源が初めて搭載された PC-8801mk II SR

・1987年　PC-8801FA、PC-8801MA

サウンド面でPC-8801mk II SR以来のバージョンアップがあった。FM音源が6声になり、新たに6種のリズム音源とADPCM機能が追加された。これは「サウンドボードII」と呼ばれ、オプションで旧型の機種に取り付けることも可能である（**写真3**）。

・1988年　PC-8801FE

サウンドボードIIはオプションによる装備となり、サウンド面ではPC-8801FHに逆もどりした形となった。しかし、価格が大幅に下がったことは、実用型パソコンの標準機として本来の姿といえるかもしれない。

・1988年　PC-8801MA2

性能はPC-8801MA、価格はPC-8801FAといった感じのマシン。すでに完成の域にあるPC-8801シリーズで、フルモデルチェンジをせずにできることは、もはやこれしかないという感がしないでもない。過去ある資産を大切にするか、過去を振り切ってしまうか、V2モードを旧モードにしないためにはサウンドが最大の資産であろう。

このほかに、PC-8801シリーズとは一線を画す形で、16ビットCPUを搭載したPC-88VAシリーズが1987年より発売になっています。8ビットCPUのPC-8801シリーズのソフトも走るという点では共通性がありますが、基本的な思想がまったく違うため、一般には上位機種というより別機種という見方をされています。ただし、エミュレートモードでサウンドをコントロールするうえにおいては、PC-8801と同じと考えて差し支えありません。



写真3　サウンドボードIIが搭載されたPC-8801FA

2. 機種別サウンド機能一覧

PC-8801シリーズのサウンドICには、大きく分けて2種類あります。1つはPC-8801SRより採用された、

YM-2203（旧サウンドボード）

もう1つはPC-8801FAより採用された、

YM-2608（サウンドボードII）

です。正確には、YM-2203に対して**旧サウンドボード**という呼称はありませんが、本書では後発の**サウンドボードII**と区別を付けるため、あえて**旧サウンドボード**というネームを付けています。決して古いという意味ではありませんので、誤解のないように。

それでは、ここで軽く両機能を比較してみましょう。

・旧サウンドボードの機能
FM音源3声
SSG音源3声

・サウンドボードIIの機能
FM音源6声（ステレオ可）
SSG音源3声
リズム音源6声（ステレオ可）
ADPCM（ステレオ可）

両者の間に大きな違いがあることは、誰の目にも明らかです。しかし、それにもましてここで確認したいのは、サウンドボードIIが従来のサウンド機能を含んだ形でバージョンアップをしているという点です。すなわち、**旧サウンドボード用に作られたソフトウェアは、必ずサウンドボードII上でも動作する**ということです。

ソフトウェアの互換性という観点から、これは非常に重要なことです。例えば、サウンドボードIIのSSG音源が、「FM音源のほうが音がいい」という理由でFM音源になっていたとしたら、従来のSSG音源を含んだソフトウェアがいっさい使えないものとなってしまうでしょう。これでは、音楽的な幅は広がってもソフトウェア的な幅は狭くなってしまいます。

歴史ある製品としての価値は、ハードウェア面での設計が過去を継承してこそ生まれるものです。サウンドにかぎらず、PC-8801はこのように互換性を保ちながら発展してきたのです。これは、大いに感謝すべきことでしょう。

なお、サウンドボードIIはオプションボードとしても発売されており、すべてのPC-8801シリーズに取り付けられるようになっています。しかし、機種により製品の型番および取り付け方法が異なります。さらに、マシン語でのコントロールの方法も変わってきます。オプションで取り付けようとしている方は、機種をよく確認してからボードを購入するようにしてください。**写真4**、**写真5**は、各機種用に発売されているサウンドボードIIです。

機種ごとのボードの実装状態を**表1**にまとめておきます。

表1 サウンドボードの実装状態

	旧サウンドボード	サウンドボードII
PC-8801	−	▲
PC-8801mkII	−	▲
PC-8801mkIISR	●	▲
PC-8801mkIITR	●	▲
PC-8801mkIIFR	●	▲
PC-8801mkIIMR	●	▲
PC-8801FH	●	▲
PC-8801MH	●	▲
PC-8801FA	−	●
PC-8801MA	−	●
PC-8801FE	●	▲
PC-8801MA2	−	●
PC-88VA	●	▲
PC-88VA2	−	●
PC-88VA3	−	●

注1：●は標準装備，▲はオプションを表します．
注2：FM3声＋SSG3声というサウンドボードも別売されていますが，本書はそれに対応していないため，ここではオプション扱いをしていません．
注3：本書で「PC-8801FA以降」という記述をした場合，サウンドボードIIを標準で装備しているPC-8801FA，PC-8801MA，PC-8801MA2の3機種（1988年現在）を指し，PC-8801FEは含まないものとします．本書におけるサウンドコントロールに関する限り，PC-8801FEはPC-8801FHと同等の機種と理解してください．ただし，PC-8801FEにはPC-8801FHに用意されている「拡張スロット」がないなど，ハードウェア的にはまったくの別設計です．したがって，ここで「同等」と考えるのは，あくまでも標準仕様の状態か，あるいはサウンドボードIIを取り付けた後の状態で，しかもサウンドをコントロールすることに関してだけを意味します．オプションのサウンドボードIIも，PC-8801FEとPC-8801FHでは別の製品になっていますし，本書以外ではキチンとした区別が必要です．
注4：本書では，PC-8801mkIISR，PC-8801mkIITR，PC-8801mkIIFR，PC-8801mkIIMRをPC-8801SR，PC-8801TR，PC-8801FR，PC-8801MRと略して表記することにします．

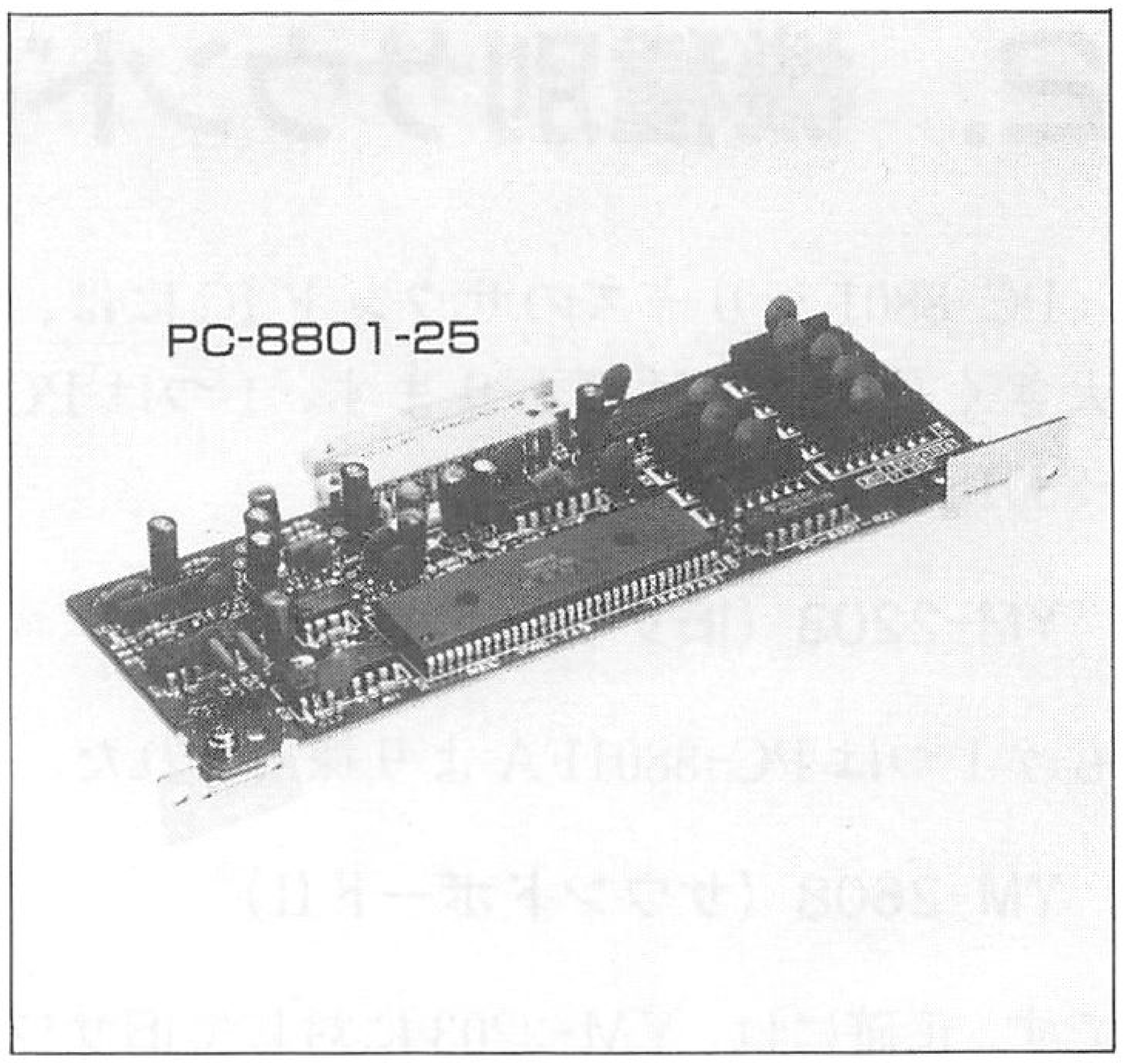


写真４ オプションのサウンドボードII
（PC-8801FE用）

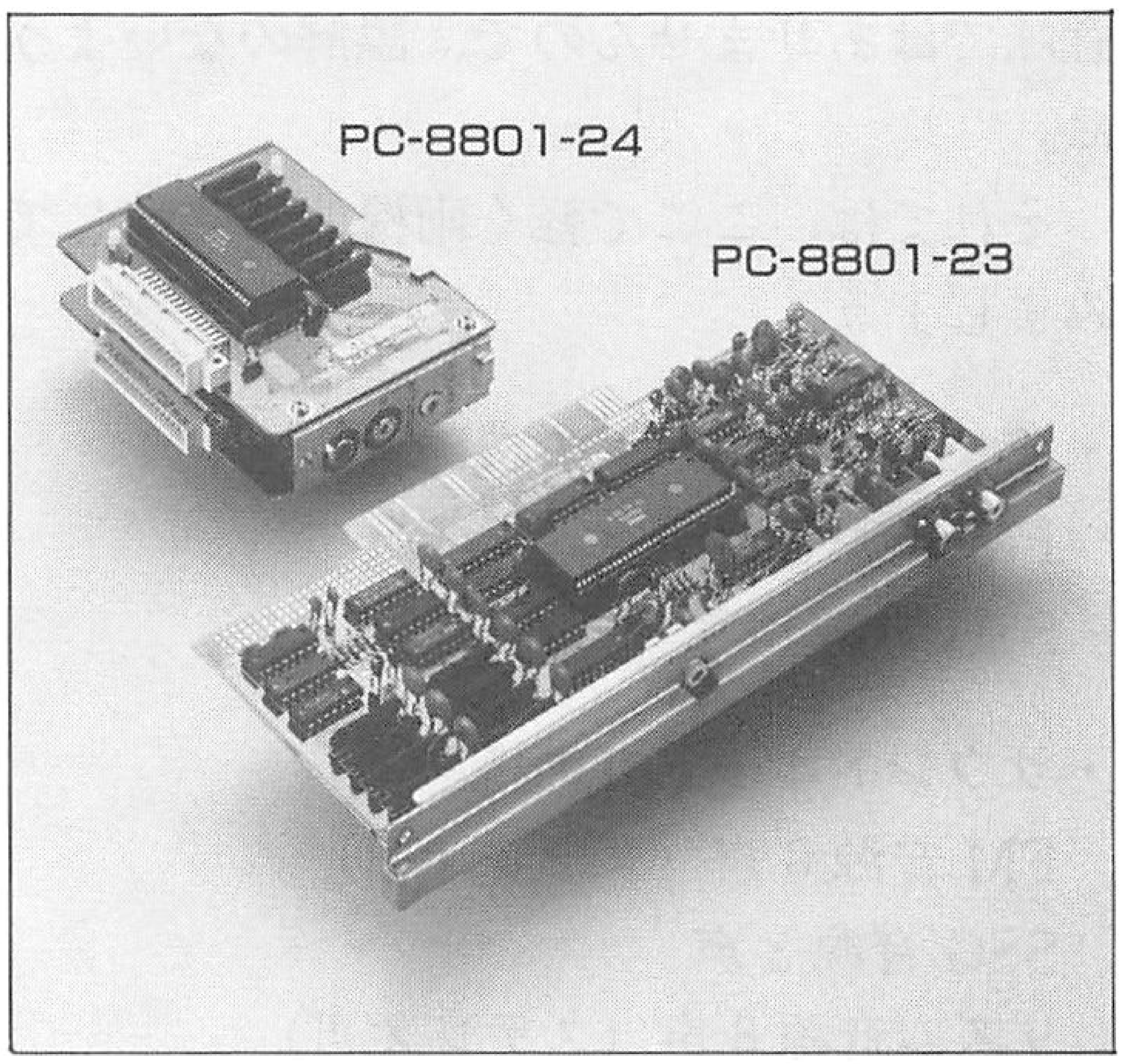


写真５ オプションのサウンドボードII
（右下：PC-8801〜FR用、
左上：PC-8801FH，MH用）

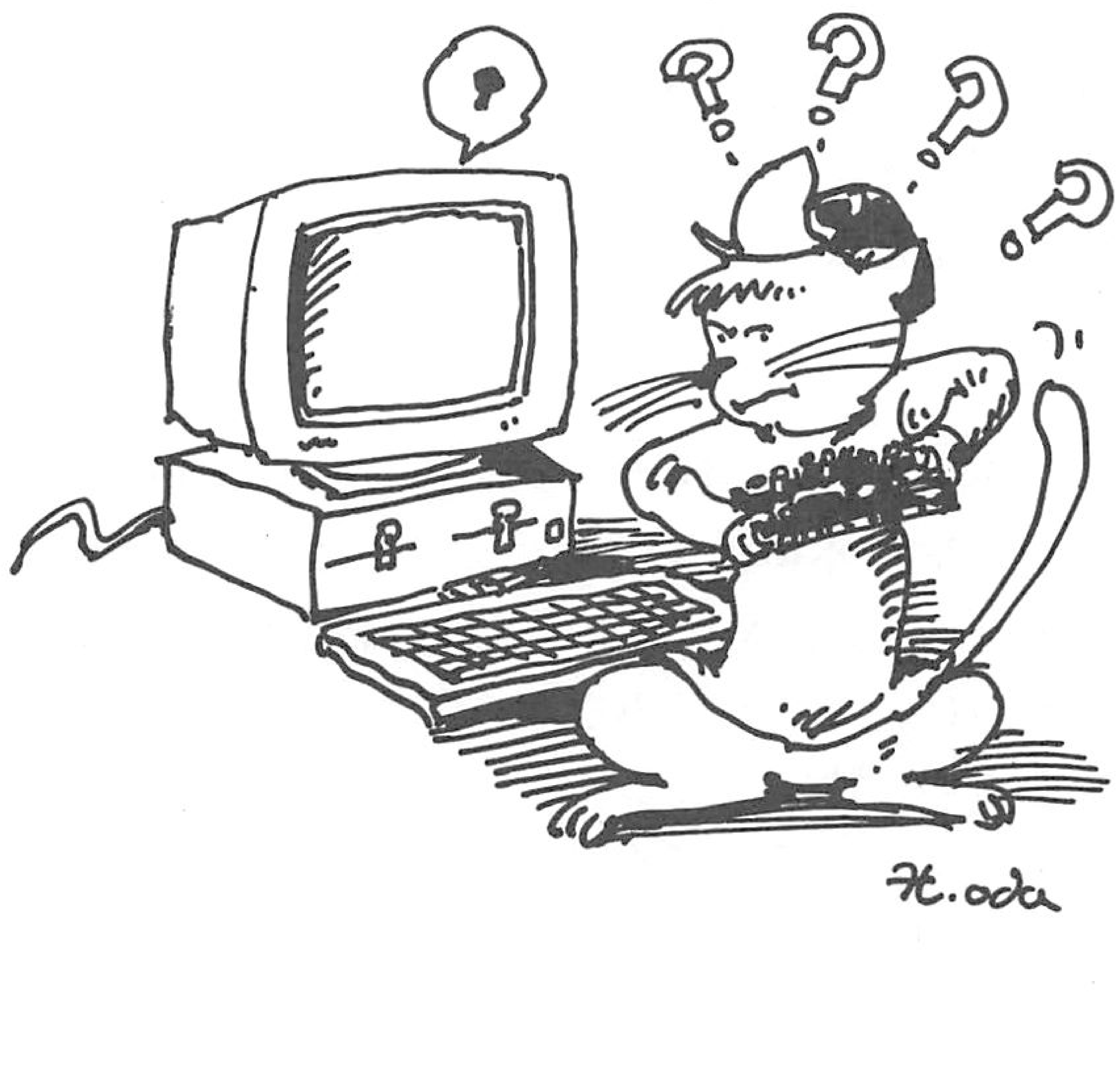
＊いずれも標準価格39,800円(本価格に消費税は含まれておりません)でNECより発売中

掲載のプログラムについて説明しておきます。PC-8801SR 以降の機種に対しては、サウンドボードIIの有無にかかわらず、すべての機種で全プログラムが動作可能です。

PC-8801mk II以前の機種にオプションのサウンドボードIIを装着した場合、リスト 1.1、リスト 1.2、リスト 1.4、リスト 1.6 のプログラムにかぎり、プログラム中の入出力ポートを、

$44_H \rightarrow 0A8_H$
$45_H \rightarrow 0A9_H$
$32_H \rightarrow 0AA_H$

と変更することで動作可能となります。それ以降のプログラムに関しては、プログラム内で機種とサウンドボードIIの有無をチェックしていますから、そのままでOK です。



3. BASICとFM音源

FM 音源や SSG 音源を使って音楽演奏をするには、何もマシン語でなければならないということはありません。ご存じのように、MML というサウンドをコントロールするマクロ言語が BASIC でも用意されているからです。

では、なぜ MML ではなく「マシン語」でサウンドを扱おうとしているのでしょうか。その理由を知るためには、まず MML に対する不満がなければなりません。当然、MML に対する理解がなければ不満も出てこないわけです。ただ単に「MML は BASIC だから」というだけでは、あえてマシン語を使う理由にはなりません。

MML には多くの優れた点があります。それらを踏まえたうえで、どのような点が MML に不足しているのか、もう一度改めて確認してみましょう。

■ フリーエリアの減少

MML を BASIC で利用するには、従来のサウンド機能を扱う場合とサウンドボードIIの機能を扱う場合とで、その立ち上げ方が違います。従来のサウンド機能を扱う**拡張モード 1** は、単に「NEW CMD」文を実行するだけでいいのですが、サウンドボードIIに対応した**拡張モード 2** は、BASIC のシステムディスクに入っているプログラムファイル「fm.ipl」を実行しなければなりません。これは、サウンドボードIIが機能アップした分、命令体系も拡張しなければならなくなったからです。

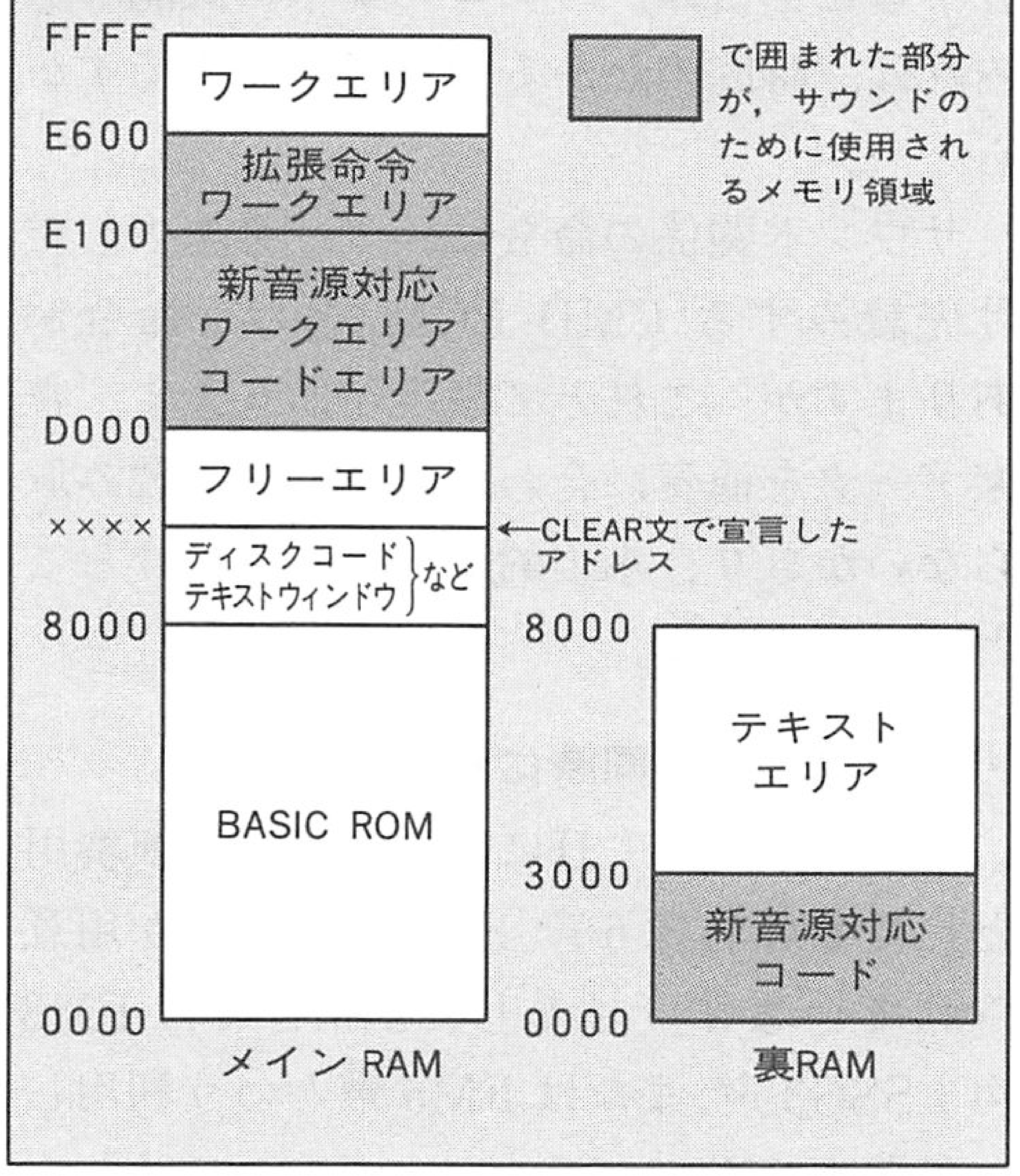
では、サウンドボードIIを利用することを想定して、プログラムファイル「fm.ipl」を実行したと思ってください。サウンドボードII用の拡張モード 2 が立ち上がると、メモリマップは**図 1** のようになります。

ユーザーの使用できるフリーエリアがグッと減っていることがわかるでしょうか。つまり、ユーザーはサウンドボードIIを MML で使う代償として、無条件でこれだけのメモリを失っているのです。

本格的にプログラムを組む者にとって、メモリは 1 バイトでも多く確保したいところです。ましてやサウンドボードII対応と

本書では MML 個々の命令について解説するということはしません。それらは PC-8801 本体付属のマニュアルに詳しく説明されているからです。本書を読み進めるうえで、本体とマニュアルは必需品です。MML の命令をよく理解していないという方は、本書を読みながらでもけっこうですから、マニュアルのほうも熟読してください。特に、第 2 章あたりからは MML を理解しているものとして解説を行いますので、注意してください。

図1　拡張モード2におけるメモリマップ



もなれば、機能アップした分だけ音楽データも増加します。フリーエリアの減少がプログラムを圧迫し、ついにはサウンドボードIIの使用を断念……などという悲劇もないとはいえません。

ちなみに、拡張モード1の場合は、サウンドに関するプログラムやデータがすべてROM化されています。それでもE100Hから E5FFHまではサウンド用ワークエリアとして取られています。

サウンドボードIIのために失われたメモリの内容を、もう少し詳しく調べてみましょう。このなかには、「サウンドボードIIをコントロールするプログラム」のほかに、「FM音源の音色データ」も含まれています。MMLで用意されている音色は全部で127種もあり、これだけでも相当のメモリが消費されています。しかし、1つのプログラム内ですべての音色を使用することなど通常では考えられません。これはあくまでもBASICという環境のもとで、MMLを成立させるための品揃えとして用意されているものなのです。自分で作成したプログラムであれば、こんな無駄なことをする必要はありません。ごく自然に、そのときに必要な音色データだけを用意すればいいわけです。

サウンドをコントロールするプログラムについても同様です。汎用の基本ルーチンさえ作ってしまえば、必要に応じて使用しないモジュールをカットすることも可能です。例えば、「メモリが足りなくなってきたから、SSG音源を使うのをやめよう」という決断をした場合、SSG音源用のプログラムそのものをカットしてもかまわないのです。

すなわち、自分でプログラムを管理することのメリットの1つは、メモリの有効利用ができるという点です。プログラムが巨大になればなるほど、その効果は測り知れないほど大きくなるでしょう。

■ 柔軟性のないMML

次に、MML最大の欠点をズバリ指摘してしまいましょう。それは、「MMLではMMLとして用意された命令以外のことはできない」ということです。この、一見すると当たり前としかいえないような内容が、マシン語でプログラムを組む最大の理由なのです。

サウンドボードIIほどのICになると、コントロールのしかたによって、音に対す

る可能性はかぎりなく広がっていきます。したがって、それらの可能性すべてを網羅したサウンド・プログラムなど現実には存在しえません。MMLという言語も、そういった可能性を追求した1つの結果であり、あらゆるユーザーの異なった要求に応じられないのは当然のことです。

もちろん、マシン語であってもそれは同じです。しかし、マシン語の場合には必要に応じて、目的に合った使いかたができるという自由性があります。このMMLにない自由性こそ、マシン語最大のメリットといえるのです。

では、現在のMMLで不自由していること、あるいは用意してほしい命令、さらには改善してほしい点など、一般的によく指摘されるMMLの不満の一部を具体的に示してみましょう。

・BGM（Back Ground Music）としての演奏ができない

BASICの命令は、ほとんどが実行した結果に目的があります。ですから、グラフィックにしても演算にしても、命令を処理するスピードは速ければ速いほどいいわけです。一方、音楽は実行（演奏）する過程に価値があり、実行結果を求めるものではありません。演奏後に残るのは、せいぜい余韻という感覚的なものだけです。こういった根本的に性格の違う命令を両立させるには、それぞれが独立した環境を形成しなければ無理でしょう。現在のように両者がBASICという同じ屋根の下にいるかぎり、「あちらを立てればこちらが立たず」というジレンマは、永遠に解消できない悩みなのです。そもそもMMLという言語が存在すること自体、パソコン本来の機能からみれば、時間のかかる「お荷物」なのですから……。

サウンド関係の命令に、データを少しだけ先読みする「CMD BGM」という命令がありますが、これとて限度があります。音楽データを演奏に合わせて自動的に読み取らないかぎり、本格的にBGMを付けることはできません。

・全部の音源が同時に利用できない

サウンドボードIIにはメロディー演奏用としてFM音源6声、SSG音源3声が用意されています。しかし、MMLではFM3声＋SSG3声、またはFM6声という利用しかできません。

さらに、リズム音源をコントロールするRML（Rhythm Macro Language）も、FM6声のときにしか利用できないようになっています。これらは、あくまでもMMLを実行するサウンドドライバの都合であり、ハード的な問題ではありません。せっかくの能力を活かせないというのは実にもったいない話です。

・細かく音長を指定すると、音長が狂う

例えば、チャンネル1を全音符、チャンネル2は64分音符を64個。こういった使いかたをすると、トータルで同じ音長であるはずなのに、実際には終わりがズレてしまうのです。したがって、楽譜に忠実にデータを起こしても、その通りに演奏されないことがあるわけです。これもMMLを実行するプログラム側の問題であって、ハードウェアの影響によるものではありません。

・**用意されているFM音源の音色間で音の高さにズレがある**

サウンドボードIIとなって追加された音色は、音のキーがみな統一されています。ところが、初期の音色（音色番号の0～61）にはキーのズレているものが多数あります。いくら気に入った音色であっても、チャンネル間でキーが合わなければ使えません。かといってキーを調整する命令もないので、せっかく用意されている音色も宝の持ち腐れとなっています。

・**MMLではMML自身を管理できない**

MMLのデータは、BASICの文字列として読ませなければならないため、基本的にデータを管理する命令がありません。例えば、同じ曲をループして演奏させようとしても、MMLの命令だけでは制御のしようがありません。

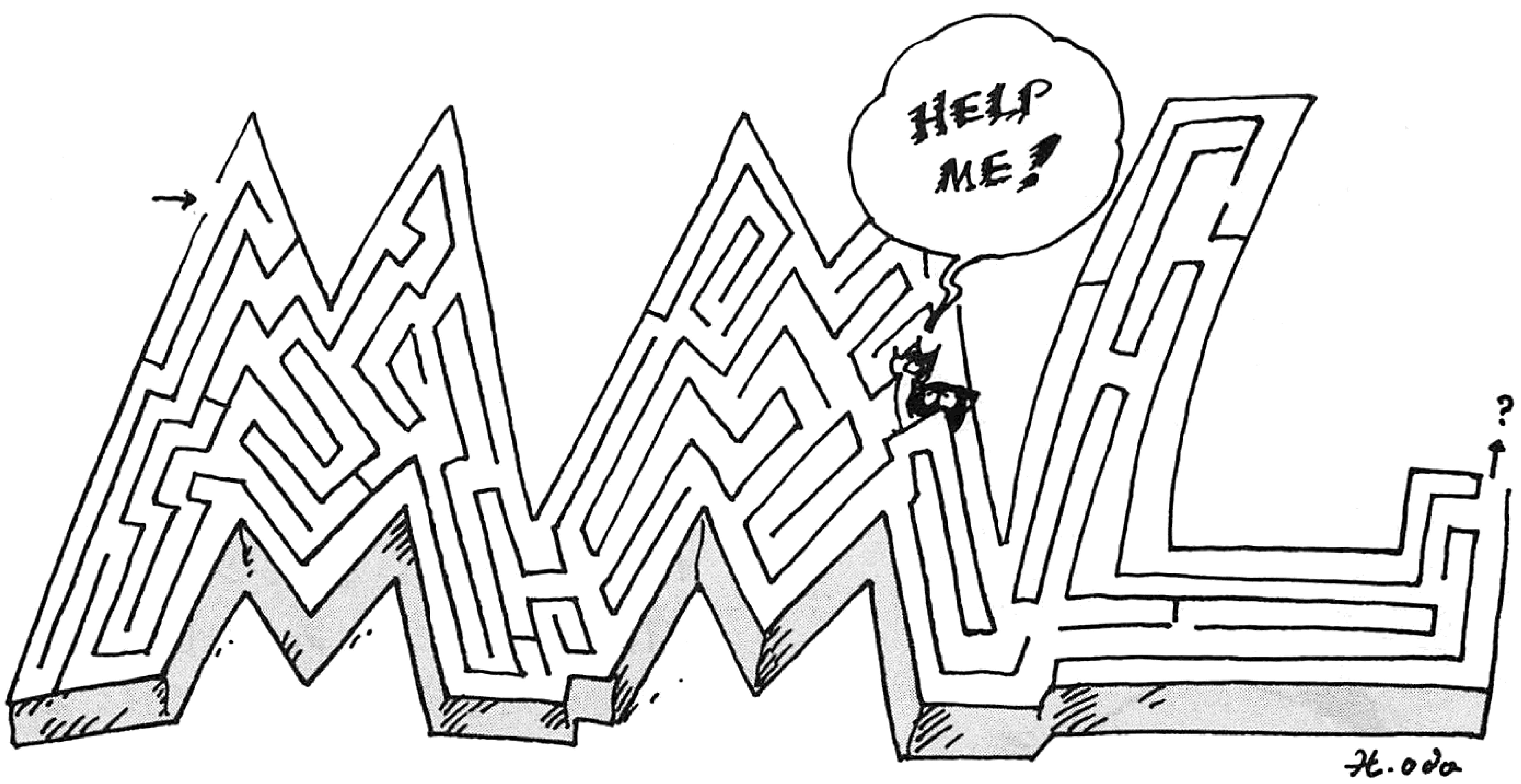
これはMMLがBASICという環境に依存した言語であり、MMLそのものが独立した言語でないからです。MMLに、もう少し言語（Language）としての能力が備わっていたなら、MMLだけで曲の流れをコントロールすることも可能だったはずです。

例えば「CMD MML 10000」とすれば、10000行からのMMLをBASICとは無関係に実行する、といったことができたらとても便利に違いないと思います。

MMLに対する不満はまだまだあるでしょう。小さな不満、大きな不満。MMLを使い始めると、誰しもいろいろと注文をつけたくなるものです。しかし、これ以上の不満はグチであり夢でしかありません。

グチはいうまい、こぼすまい、
夢があるなら努力しろ！

これが、夢を実現するためのたった1つの道です。ここまで広まったMMLという言語の持つ特徴を活かし、さらに不満が解消できれば、これほどすばらしいことはないのですが……。



4. MSLとSSD

こういったさまざまな問題を解決するにはどうしたらいいでしょうか。少々の問題であれば、「CMD VOICE」関係の命令を使ったり、MMLの用法に工夫を凝らすなどして対処することができるでしょう。しかし、これでは根本的に問題を解決したことにはなりません。

そこで、本書ではMMLの言語仕様を基本的に継承しながら、言語としての独自性を追求し、さらに新たな機能を付加したMSL（Music Super Language）というまったく新しいアセンブラ用のマクロ言語を考案しました（第3章で解説）。

当然、MSLで書かれた音楽データに従って曲を演奏させるには、専用のサウンドドライバが必要となります。これにはSSD（Super Sound Driver）という、文字通りスーパーなサウンドドライバを用意しています。SSDは、割込みによってMMLの命令を忠実に実行していきますので、あなたの作ったマシン語プログラムに組み込めば、BGMや効果音を自由自在に付けることができます。



SSDに関しては、アセンブラのソースリストの形で、そのすべてを掲載してあります。本来ならばSSDをブラックボックス化して、その使いかたのみを解説してもよかったのですが、SSD自身の発展、さらにはマシン語がより広く普及することを願って、あえてソースリストを公開するものです。

本書は、このような信念に基づき、FM音源の仕組みから始まって、FM音源をアクセスする方法、音色の作り方、音楽的な効果を出すためのノウハウおよびテクニック、サウンドドライバの設計思想などを解説し、それから改めてMMLやSSDの解説に入っていくような構成にしました。

なかには、興味のあるMMLやSSDの部分から読み始めたいという、せっかちな人もいるでしょう。そういった場合でも、本書にある各プログラムはすべて独立していますから、どこからでも自由にスタートできます。最初に全プログラムを楽しんでから、落ち着いて読み直す……なんていうのも、本書ならではの自由性です。

なお、エディタ・アセンブラ『HIT-88』については、第4章で詳しく解説しています。掲載されているマシン語プログラムを実行する場合には、あらかじめ『HIT-88』の使いかたを読んで理解しておくようにしてください。

5. FM音源のしくみ

第1章から、さっそくFM音源の世界に旅立ちますが、みなさんのなかには「FM音源自体がどういうものなのかわからない」という人もいることでしょう。そのこと自体は、特にFM音源をコントロールすることの障害にはなりません。すでに、MMLとSSDというFM音源コントロールの「魔法のカギ」を手に入れることが確定しているのですから……。

FM音源とは、高級車のようなものです。このカギと免許証（マシン語の知識と思ってください）さえあれば、エンジンの構造を知らないどころか、パンク修理もできないドライバーでも運転することはできます。それで満足するのもいいでしょう。でも、FM音源の原理を知ることは、SSDやMMLを利用すること以上に、あなた自身のプラスとなることなのです。概念だけでも理解しておきましょう。

■ FM音源のしくみ

さて、音とはいったい何でしょうか。少なくとも、目に見えないことだけはわかります。しかし、目に見えないはずの音もマンガでは立派に表現しています。その1つは音を文字で表すことです。しかも、それは単なる文字ではなく、文字を音のイメージに合わせた絵にすることで、よりリアルに音を表現しています。1コマや4コマのマンガでは文字を使わずに音を表現することもあります。そして、それだけでも読者は音を想像することができます（図2）。

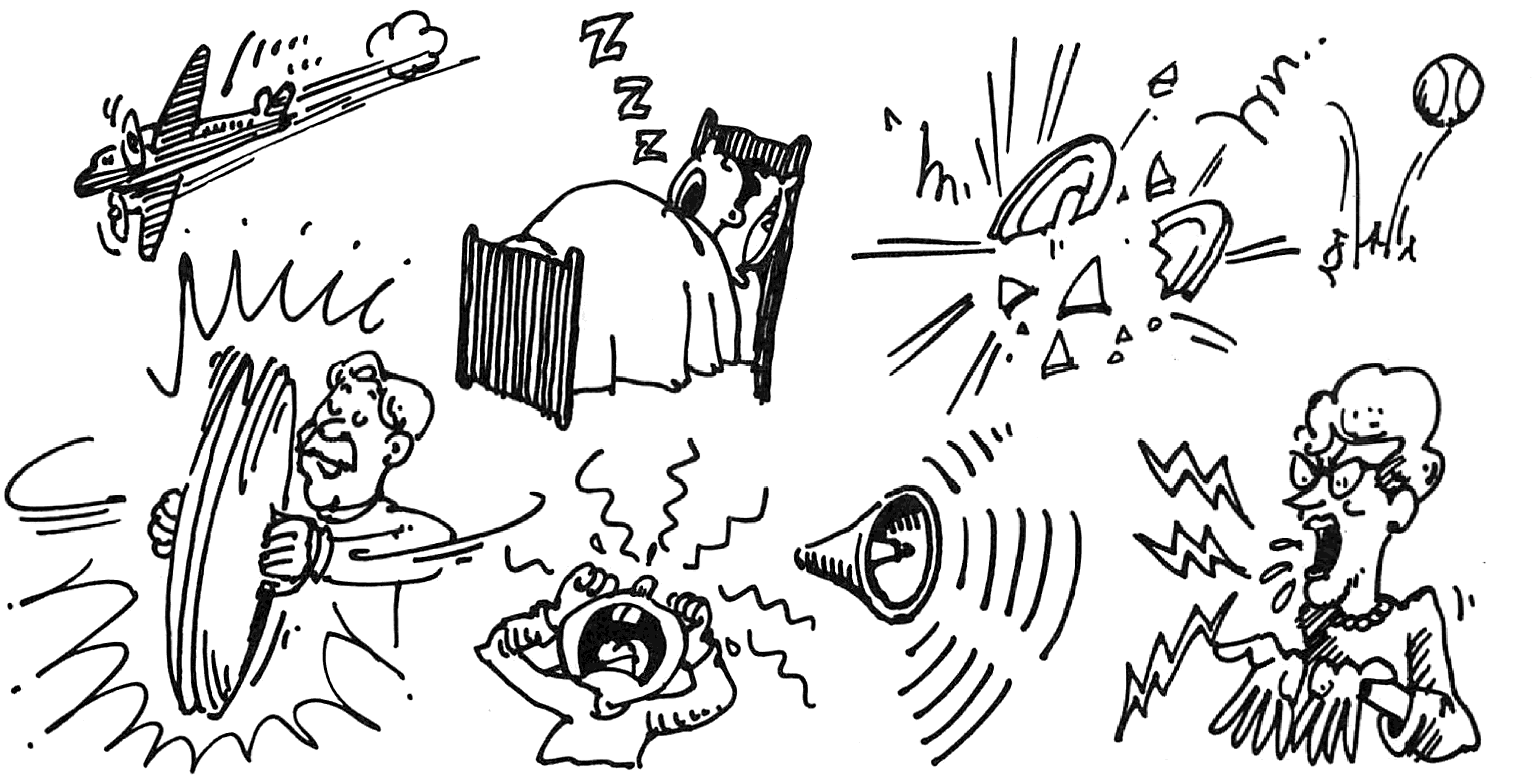


図2　マンガでの音の表現

　このような音を表す絵は、空気を表現しているようでもあります。激しい音、静かな音、うなるような音、なめらかな音……。見えないはずの音を、これまた見えないはずの空気の動きで表現しているのです。このように、絵を見て音を感じるのは、人間が自然のうちに「音とは空気の振動である」ということを学びとっているからではないでしょうか。

　FM音源も音を出すための手段ですから、さまざまな空気の振動を作ることによって音を出しています。もちろん、最終的に音を出すのは空気を振動させるスピーカの役目です。したがって、FM音源の仕事はスピーカが目的の音を出せるように、適切な電気信号を送り出すことにあります。

　電気信号とは、すなわち電気の波形です。世のなかには、いろいろな音が無数に存在しています。それぞれの音にはそれぞれ固有の波形があり、その波形を正確に再現してやらなければ、目的の音にはなりません(図3)。

　FM音源は、何種類もの波形を作り出す能力を持っています。では、どのようにしてこういった複雑な波形を作り出しているのでしょうか。

　FM音源の原理を知るためには、もっとも標準的な波形であるサイン波の作り方からスタートしなければなりません。サイン波は、図4のような波形をしています。

　ひとくちにサイン波といっても、音の高低もあれば強弱もあります。つまり、周期が短ければ高い音、周期が長ければ低い音、電圧が高ければ強い音、電圧が低ければ弱い音、というわけです。波形（音）を表現するためには、この2つの要素をまず決定しなければなりません。

　また、図4を見ても明らかなように、電圧は時間の要素を与えれば、計算式により求めることができます。FM音源では、計算式で電圧を求める代わりに、最初から一定の計算結果（電圧データ）を記憶しています。こうすれば、要求に合わせて記憶してある電圧データを簡単に渡すことができます。

図3　音には固有の波形がある

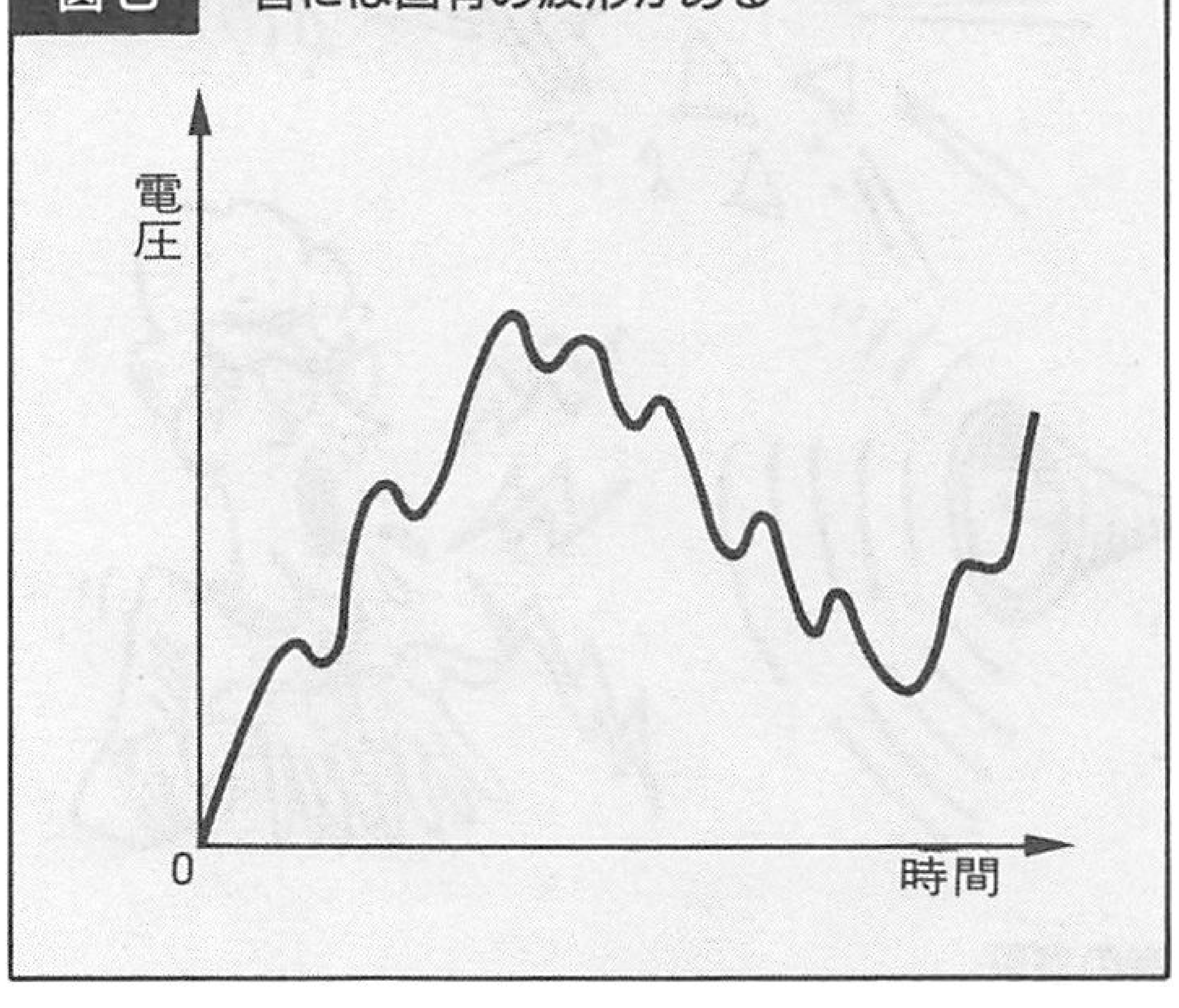
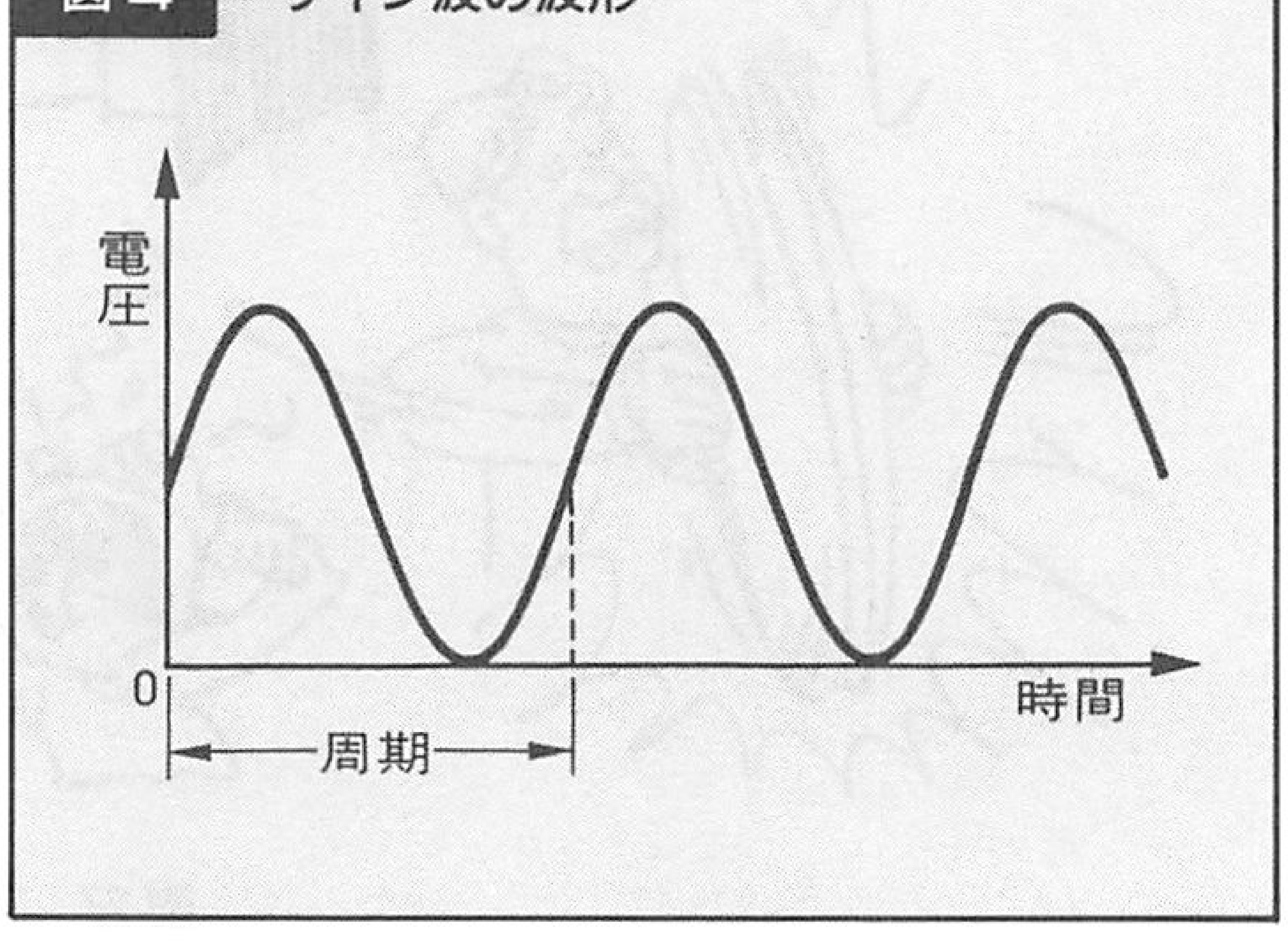


図4　サイン波の波形



このサイン波の基礎となる電圧データを記憶している回路が、FM 音源の本当の「音の素」であり、この記憶回路から一定の間隔でデータを受け取ることにより、サイン波ができあがります。

しかし、このままではいつまで経ってもサイン波はサイン波でしかありません。いろいろな音を作り出すためには、サイン波をくずして目的の音の波形に近づけなければなりません。

サイン波のきれいなカーブをくずす第一歩は、記憶回路からデータを受け取る周期を乱すことです。それには、周期すなわち周波数に変調をかければいいのです。これが**周波数変調**（Frequency Modulation＝FM）の基本です。

そこで考えなければならないのが、周期(時間の間隔)を定義する方法です。記憶回路からデータを受け取る周期を乱すといっても、その周期をいちいちデータで指定したのでは、無数の音色など作れるわけがありません。この周期の定義こそが、FM 音源の FM たるゆえんなのです。

FM 音源では、時間の変化を電圧の変化で表しています。そして、電圧に一定の変化があるたびに、記憶回路からデータを読み出します。例えば、きれいなサイン波が欲しければ、図 5 のようにノコギリ型の電圧変化を与えればいいわけです。

この例では、記憶回路のデータがノコギリ型の電圧変化を持って取り出されたため、何の変哲もないサイン波が出力されましたが、もし電圧変化がノコギリ型でなかったならば、出力されるサイン波に乱れが生じてきそうです。では、どのように乱れるか？　次にこのノコギリ波を三角波に変えてみましょう。図 6 を見てください。ノコギリ波はプラスの傾きだけでしたが、三角波にはマイナスの傾きもあります。このような場合、記憶回路はデータを逆読みして出力するようになっています。そして、傾きがプラスになったら、そこから再び順方向にデータを読んで出力します。

ノコギリ波が三角波になっただけでも、すでに出力された波形はサイン波とはまったく違ったものになりました。

図 5　ノコギリ波により取り出される波形

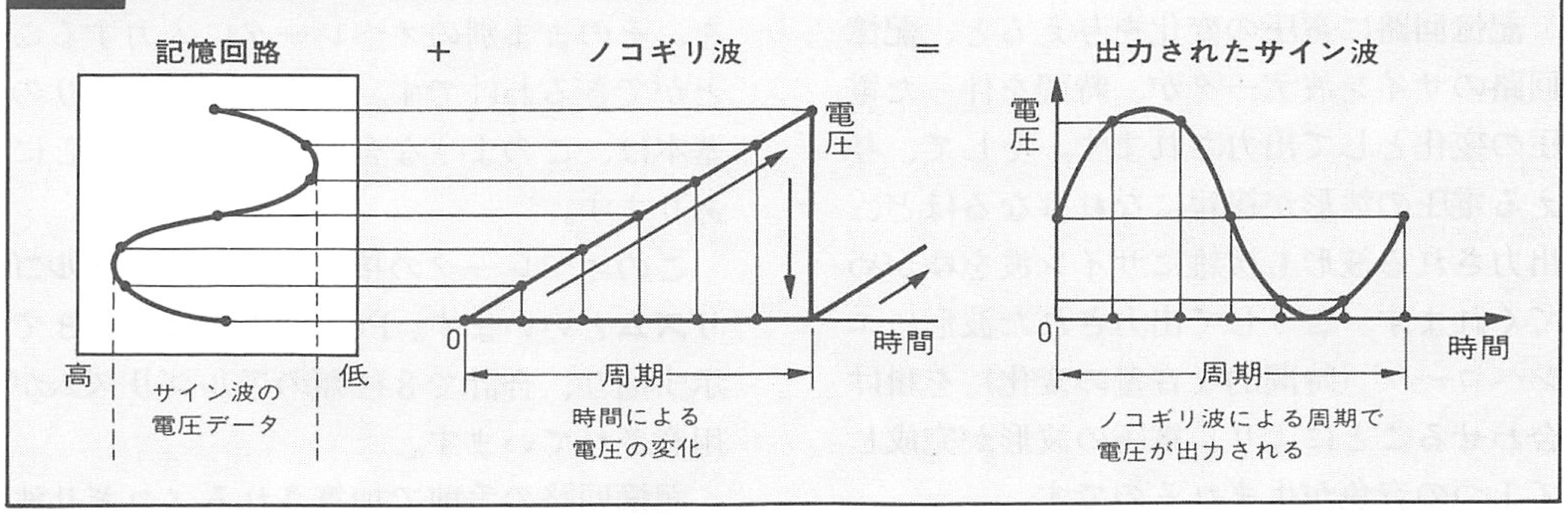


図6 三角波により取り出される波形

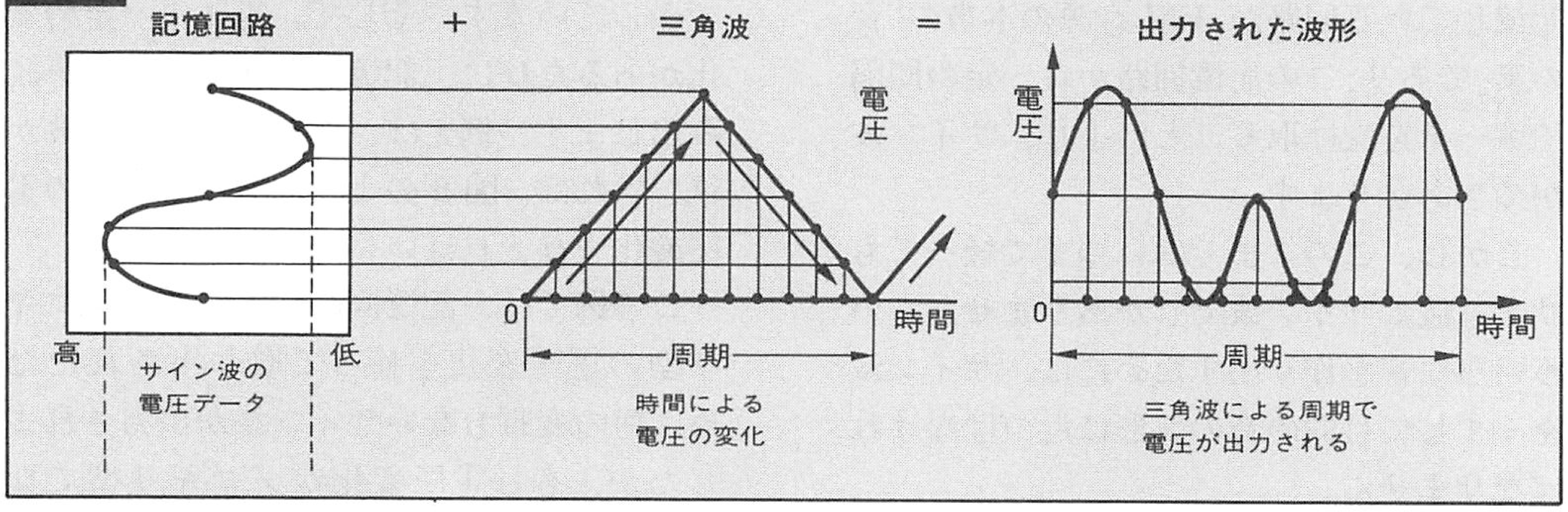
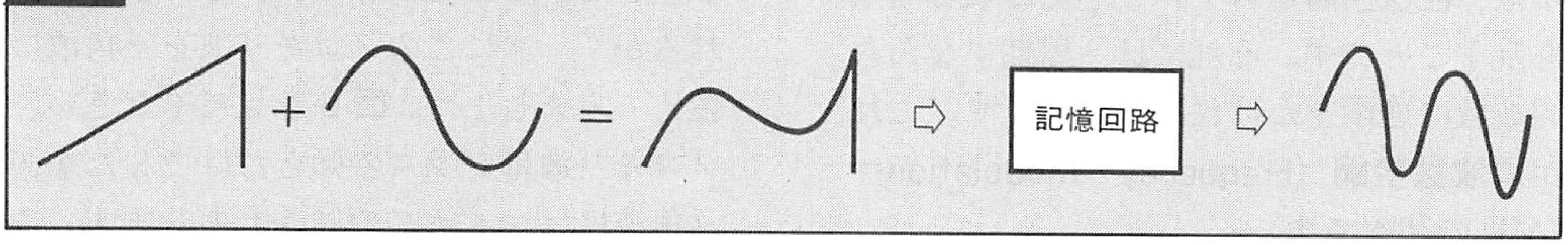


図7 ノコギリ波とサイン波の加算



このようなことから、さらに複雑な波形を持った音色を作り出すには、三角波よりもっと複雑な電圧変化を記憶回路に与えればいいことがわかります。

例えば、ノコギリ波とサイン波をプラスした波形を記憶回路に与えれば、図7のように出てくる波形は想像もつかない形状（変調波形）になります。

ここまでのことをまとめてみましょう。

記憶回路に電圧の変化を与えると、記憶回路のサイン波データが、時間を伴った電圧の変化として出力されます。そして、与える電圧の波形が複雑になればなるほど、出力される波形も複雑にサイン波をゆがめてくれます。こうして出力された波形にエンベロープ（時間的な音量の変化）を掛け合わせることにより、電圧の波形が完成して１つの音色が生まれるのです。

このような一連の仕事をしてくれる回路を**オペレータ**（正確には、この回路を**スロット**といい、オペレータはそのなかのサイン波発生器を指す）といいます。PC-8801に搭載されているFM音源ICには、チャンネル別に４つのオペレータがあり、それらを組み合わせて使うことができますが、これは周期を電圧で定義しているからこそ、オペレータから出力された電圧（変調波形）を、そのまま別のオペレータに入力することができるわけです。FM音源の音作りの基本は、このような合成を繰り返すことにあります。

このオペレータの接続のしかたを**アルゴリズム**といいます。PC-8801では、図8で示す通り、合計で８種類のアルゴリズムが用意されています。

記憶回路の手前で加算されるノコギリ波

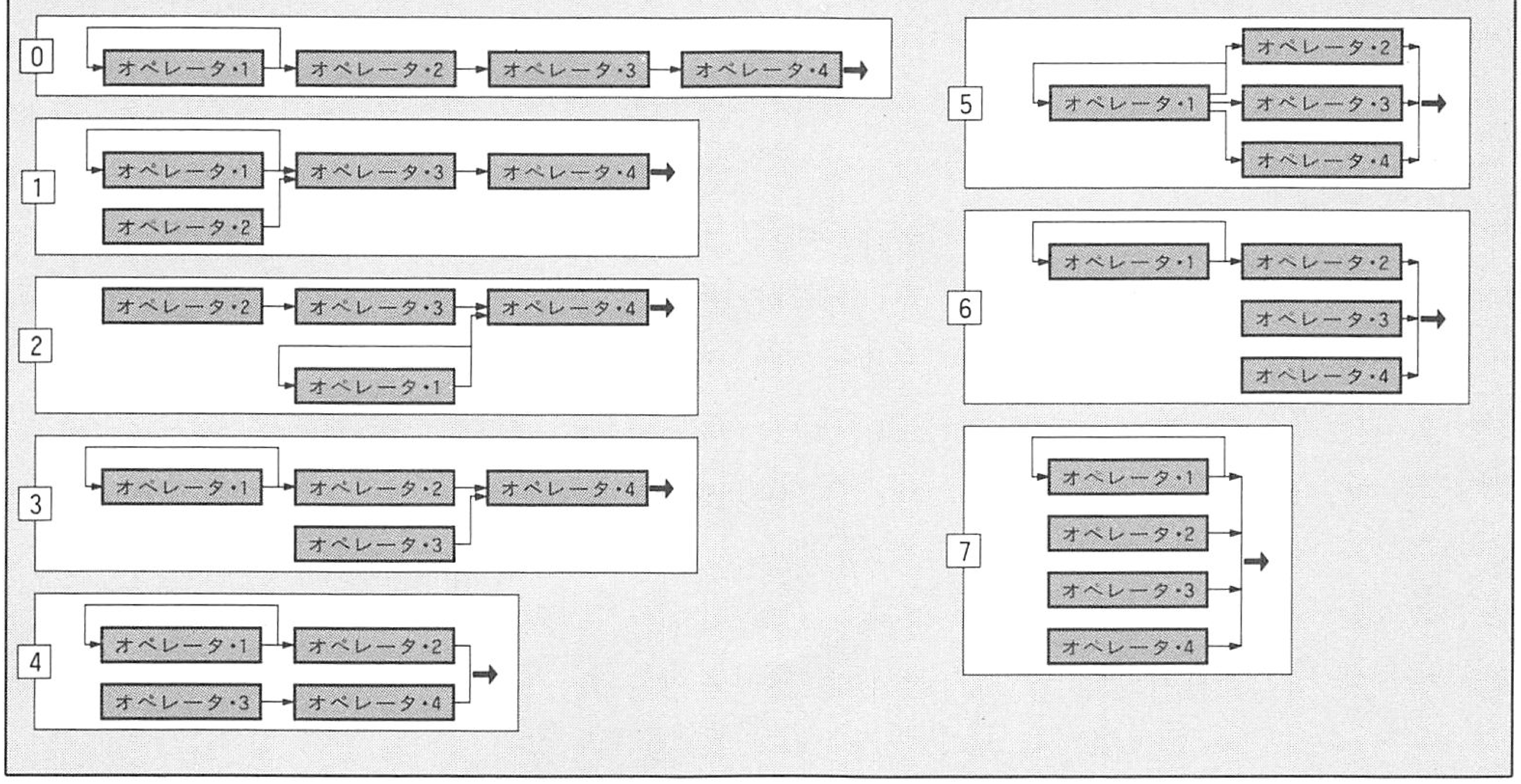
(周波数情報)と変調波形(第1オペレータの場合は自分自身の出力波形)ですが、これまでの図からわかるように、ノコギリ波の周期は出力された後も常に周期として残っています。つまり、ノコギリ波の周期こそが音の高さ(周波数)となります。そして、最終的に記憶回路から出力された波形にエンベロープをかけたものが、目的の音色となる電圧の波形となります。

以上が、FM音源の基本的な原理です。もちろん、オペレータの役目はこれまでに説明したことがすべてではありません。ノコギリ波と変調波形の周波数比を変えて加算することも可能ですし、AR(Attack Rate)やDR(Decay Rate)……といったエンベロープを構成する多くの要素についても理解しなければなりません。

しかし、そういった細かな点は、実際に音色を作成する際に覚えればいいことです。第一、音についてのパラメータなどいくら文章で詳しく解説しても、しょせんは耳で聞いて確認した音にはかないません。

味は口で、香りは鼻で、音は耳で感じるのが一番なのです。いくらテレビでおいしい料理を見せられても味も匂いもわかりません。もちろん、腹もふくれません。本書も、音を出す方法や理論を文章で解説していますが、残念ながら音そのものは見せることも聴いてもらうこともできません。ですから、第1章からのプログラムについては、理解できなくてもけっこうですから、実行だけは必ずするように心掛けてください。なーに、「聴くは一時の恥、聴かぬは一生の恥」といって、聴けばわかるのがFM音源というものです。

図8 アルゴリズム



第1章

音色エディタと音源基本アクセス



ゲームの脇役であった音楽が、今やゲーム・ミュージックとして一人歩きするようになっています。初代PC-8801で苦労してビープ音楽を奏でていたのが、まるでウソのようです。ゲームのBGMを収録したレコードが発売され、コンサートが開かれる時代です。ゲームの対応機種がPC-8801SR以降に制限されるのもむべなるかな、というところでしょう。

一方で、せっかくの音楽機能を使いこなせずにいる人も少なくありません。プロであるはずのゲーム作者のなかにも、ミュージック・ルーチンだけは他人まかせという、笑えない事実もあるくらいです。

作曲はできなくとも、音楽をコントロールすることは楽しいものです。グレードアップしたPC-8801の音楽機能を、自力でフルに活用していきましょう。

1. FM音源コントロールの基礎

では、さっそくFM音源の世界へと足を踏み入れることにしましょう。初めにFM音源コントロールの基礎である「音を出して止める」ところまで行います。といっても、FM音源の場合は「音色」も設定しなければなりませんから、いきなり3歩も歩くことになってしまいますが……。

第一歩　音色の設定
第二歩　音を出す
第三歩　音を止める

FM音源の基本は、すべてこの最初の3歩に集約されています。これができれば、後はアイデアと工夫次第で、いくらでもプログラムをふくらますことができるはずです。とはいったものの、最初のこの段階でつまずいてしまうケースも少なくありません。そうなると、FM音源はウンともスーともいってくれず、響くのはプログラマの嘆きばかりなり……となってしまいます。

FM音源をコントロールするには、お決まりのルールがあります。そのルールさえ守っていれば、少なくとも嘆いて退散という悲劇は起きません。まずは、そのルールをベースにしたサンプルプログラム(**リスト1.1**)で、最初の3歩を完全にモノにしてしまいましょう。

プログラムを実行するには、リスト1.1をアセンブル後、BASICから次のようにコールします。

```
CLEAR,&HB5FF 注
A=&HB600:CALL A
```

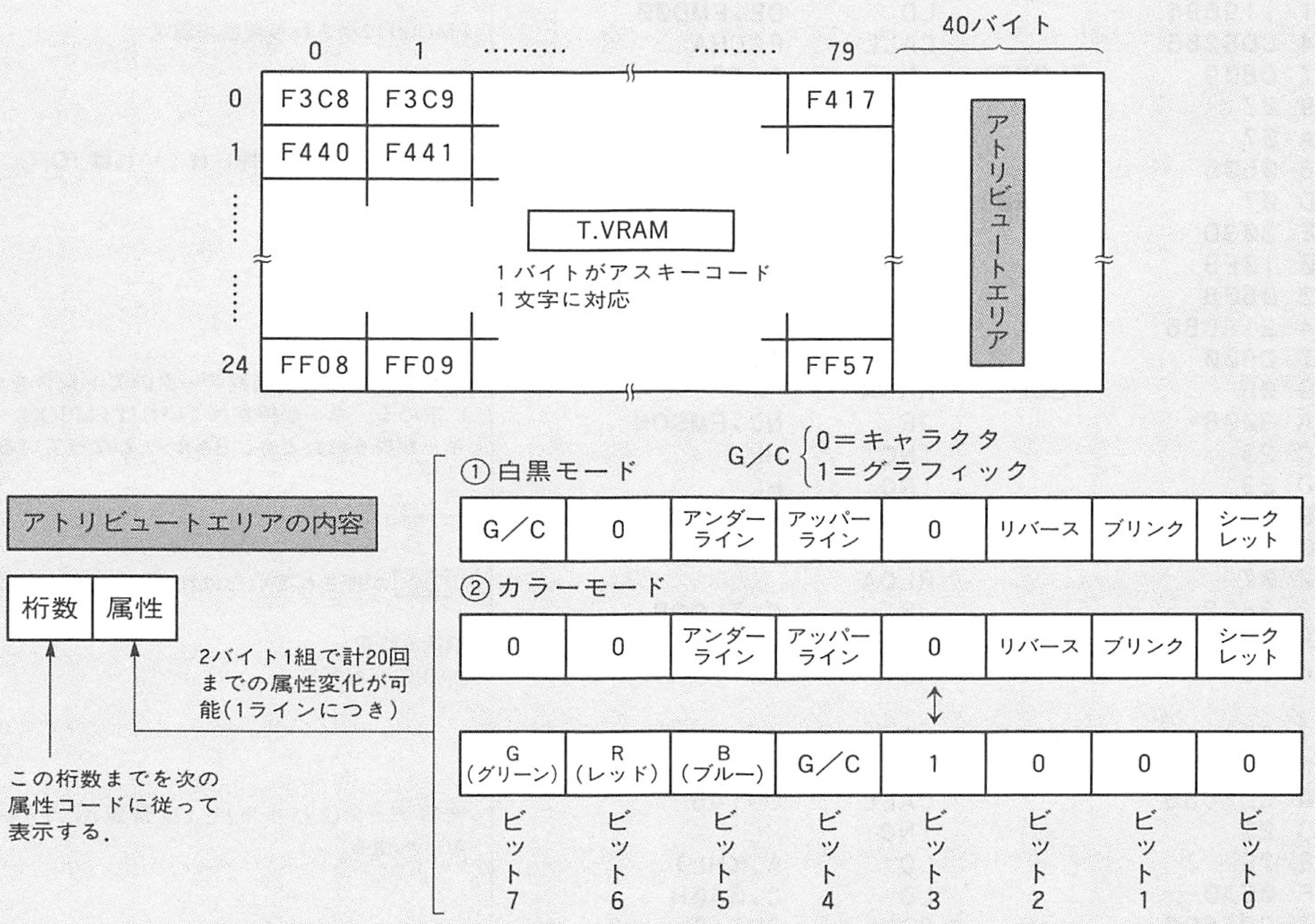
プログラムの内容は、[f・1]～[f・5]で音色を選び、テンキーの[0]～[7]によってドレミファソラシドを演奏するというものです。画面には何も表示されません。プログラムのキーの割り当てを**表1.1**に示します。

表1.1　サンプルプログラムのキー割り当て

キー	機　能
f・1	エレクトリックピアノ　（音色番号＝82）
f・2	エレクトリックオルガン（音色番号＝83）
f・3	パイプオルガン　（音色番号＝84）
f・4	ハープシコード　（音色番号＝85）
f・5	クラビネット　（音色番号＝86）
0	4オクターブ目のド
1	〃　レ
2	〃　ミ
3	〃　ファ
4	〃　ソ
5	〃　ラ
6	〃　シ
7	5オクターブ目のド
ESC	プログラム終了（BASICへもどる）

● テキスト画面の構成 ●

本書ではテキスト画面の使用が多くなります。参考までにテキスト VRAM のアドレスマップとアトリビュートの概要を図 1.1 に示しておきます。



*アトリビュート設定時の注意
(1) 属性をクリアする場合
白黒モード……… 00_H でクリアする.
カラーモード…… $E8_H$ または 00_H でクリアする.
(2) 桁数は 50_H または 80_H でクリアするが，それにより意味が違う.
① 50_H でクリアする場合
指定された桁数＋1から、指定された属性を有効とする.
② 80_H でクリアする場合
桁数＝0の場合は、①と同様となる．それ以外の場合は，指定された桁数まで，指定された属性が有効となる．ただし，最後に指定された桁数＋1からは，属性をクリアするのに使用した属性が有効となる．また，各行の有効となる属性以降は，クリアされたままとなっている必要がある.

図 1.1　テキスト画面の VRAM の構成

注：CLEAR 文は、今後変更しなくてすむように、本書ではすべて $B5FF_H$ 番地から宣言するように統一してあります。たとえ CLEAR 文なしで動くプログラムであっても、マシン語エリアをキチンと確保するという意味で、CLEAR 文は必ず宣言するようにしてください。

なお、『HIT-88』を起動してマシン語プログラムを作成した場合には、『HIT-88』の起動時に宣言した CLEAR 文(CLEAR,&HB5FF)が生きていますので、再宣言する必要はありません。ただし、プログラムの実行開始アドレスは一定していませんので、そのつど間違いのないよう確認してください。

リスト 1.1　FM 音源コントロール基礎プログラム

```
                        ORG     ØB6ØØH

B6ØØ F3       TEST:     DI                      割込み禁止
B6Ø1 1196B6             LD      DE,FMDØØ        } FMD00 に示される音色の設定
B6Ø4 CD62B6             CALL    FCCHA
B6Ø7 DBØ9     TLOOP:    IN      A,(9)           ⎫
B6Ø9 Ø7                 RLCA                    ⎪
B6ØA Ø7                 RLCA                    ⎪ [f･1]～[f･5] が押されていれば TOFCC へ
B6ØB Ø6Ø5               LD      B,5             ⎬ ジャンプ
B6ØD Ø7       TLOPØ:    RLCA                    ⎪
B6ØE 3Ø3D               JR      NC,TOFCC        ⎪
B61Ø 1ØFB               DJNZ    TLOPØ           ⎭
B612 Ø6Ø8               LD      B,8             ⎫
B614 2186B6             LD      HL,SDATA        ⎪
B617 DBØØ               IN      A,(Ø)           ⎪ [0]～[7] に合わせ音程データのアドレスを HL
B619 ØF       TLOP1:    RRCA                    ⎪ に求める。キーが押されていれば FMSON へ
B61A 3ØØB               JR      NC,FMSON        ⎬ キーが押されたとき、B=8～1 となっている
B61C 23                 INC     HL              ⎪
B61D 23                 INC     HL              ⎪
B61E 1ØF9               DJNZ    TLOP1           ⎭
B62Ø DBØ9               IN      A,(9)           ⎫
B622 Ø7                 RLCA                    ⎬ [ESC] が押されていなければ TLOOP へ
B623 38E2               JR      C,TLOOP         ⎭
B625 FB                 EI                      割込み許可
B626 C9                 RET                     BASIC へもどる

B627 7E       FMSON:    LD      A,(HL)          ⎫
B628 ØEA4               LD      C,ØA4H          ⎪
B62A CD76B6             CALL    OUT45           ⎪ 音程データ(2 バイト)を FM 音源 IC の A4H、
B62D 23                 INC     HL              ⎬ A0H へ送る
B62E 7E                 LD      A,(HL)          ⎪
B62F ØEAØ               LD      C,ØAØH          ⎪
B631 CD76B6             CALL    OUT45           ⎭
B634 3EFØ               LD      A,ØFØH          ⎫
B636 ØE28               LD      C,28H           ⎬ チャンネル 1 全オペレータをキーオンする
B638 CD76B6             CALL    OUT45           ⎭
B63B C5       FMSLØ:    PUSH    BC              ⎫
B63C DBØØ               IN      A,(Ø)           ⎪
B63E Ø7       FMSL1:    RLCA                    ⎪ B の値から押されたキーを判定
B63F 1ØFD               DJNZ    FMSL1           ⎬ 同じキーが押されていればループする
B641 C1                 POP     BC              ⎪
B642 3ØF7               JR      NC,FMSLØ        ⎭
B644 AF                 XOR     A               ⎫
B645 ØE28               LD      C,28H           ⎬ チャンネル 1 をキーオフし TLOOP へ
B647 CD76B6             CALL    OUT45           ⎪
B64A C3Ø7B6             JP      TLOOP           ⎭

B64D 2179B6   TOFCC:    LD      HL,FMDØØ-29     ⎫
B65Ø 111DØØ             LD      DE,29           ⎪
B653 19       TOFLØ:    ADD     HL,DE           ⎬ DE に音色データアドレスを求める
B654 1ØFD               DJNZ    TOFLØ           ⎪
B656 EB                 EX      DE,HL           ⎭
B657 CD62B6             CALL    FCCHA           音色変更
```

```
B65A DBØ9       TOFL1:  IN      A,(9)        ┐
B65C 3C                 INC     A            │ [f·1]～[f·5]が押されていればループする
B65D 2ØFB               JR      NZ,TOFL1     ┘
B65F C3Ø7B6             JP      TLOOP          TLOOPへ

B662 ØE3Ø       FCCHA:  LD      C,3ØH        ┐
B664 Ø61C               LD      B,28         │
B666 1A         FCCHL:  LD      A,(DE)       │
B667 CD76B6             CALL    OUT45        │
B66A 13                 INC     DE           │
B66B ØC                 INC     C            │
B66C ØC                 INC     C            │ DEで示される音色データを、FM音源ICチャ
B66D ØC                 INC     C            │ ンネル1の各アドレスに送る
B66E ØC                 INC     C            │
B66F 1ØF5               DJNZ    FCCHL        │
B671 3E1Ø               LD      A,1ØH        │
B673 81                 ADD     A,C          │
B674 4F                 LD      C,A          │
B675 1A                 LD      A,(DE)       ┘
B676 F5         OUT45:  PUSH    AF           ┐
B677 DB44       O45PØ:  IN      A,(44H)      │
B679 Ø7                 RLCA                 │ Cで示されるFM音源ICアドレスにAの値を
B67A 38FB               JR      C,O45PØ      │ 送る
B67C 79                 LD      A,C          │ 注：アドレスを送った後にある「LD　A,(0)」
B67D D344               OUT     (44H),A      │     は、13ステートのウェイトを確保するため
B67F 3AØØØØ             LD      A,(Ø)        │     に入れたダミーの命令
B682 F1                 POP     AF           │
B683 D345               OUT     (45H),A      │
B685 C9                 RET                  ┘

B686 1A6A       SDATA:  DB      1AH,6AH        音程データ　ド　(オクターブ　4)
B688 1AB6               DB      1AH,ØB6H       音程データ　レ　(オクターブ　4)
B68A 1BØB               DB      1BH,ØBH        音程データ　ミ　(オクターブ　4)
B68C 1B39               DB      1BH,39H        音程データ　ファ(オクターブ　4)
B68E 1B9E               DB      1BH,9EH        音程データ　ソ　(オクターブ　4)
B69Ø 1C1Ø               DB      1CH,1ØH        音程データ　ラ　(オクターブ　4)
B692 1C8F               DB      1CH,8FH        音程データ　シ　(オクターブ　4)
B694 226A               DB      22H,6AH        音程データ　ド　(オクターブ　5)

B696 ØF5232Ø2   FMDØØ:  DB      15,82,5Ø,2          ┐
B69A 411BØØØØ           DB      65,27,Ø,Ø           │
B69E 5E5E5E9E           DB      94,94,94,158        │
B6A2 ØFØ7Ø8Ø7           DB      15,7,8,7            │ エレクトリックピアノの音色データ
B6A6 Ø5Ø5Ø5Ø5           DB      5,5,5,5             │
B6AA D6D6D8D8           DB      214,214,216,216     │
B6AE ØØØØØØØØ           DB      Ø,Ø,Ø,Ø             │
B6B2 3C                 DB      6Ø                  ┘

B6B3 72741412   FMDØ1:  DB      114,116,2Ø,18       ┐
B6B7 1CØØØØØØ           DB      28,Ø,Ø,Ø            │
B6BB 1F1D1D1D           DB      31,29,29,29         │
B6BF 14ØØØØØØ           DB      2Ø,Ø,Ø,Ø            │ エレクトリックオルガンの音色データ
B6C3 ØØØØØØØØ           DB      Ø,Ø,Ø,Ø             │
B6C7 48ØAØAØA           DB      72,1Ø,1Ø,1Ø         │
B6CB ØØØØØØØØ           DB      Ø,Ø,Ø,Ø             │
B6CF 36                 DB      54                  ┘
```

```
B6DØ ØIØ6Ø4Ø4  FMDØ2:  DB  1,6,4,4         ┐
B6D4 1A21ØØØØ          DB  26,33,Ø,Ø       │
B6D8 1A1D1A1D          DB  26,29,26,29     │
B6DC ØØØØØØØØ          DB  Ø,Ø,Ø,Ø         │ パイプオルガンの音色データ
B6EØ ØØØØØØØØ          DB  Ø,Ø,Ø,Ø         │
B6E4 Ø5Ø5Ø8Ø8          DB  5,5,8,8         │
B6E8 ØØØØØØØØ          DB  Ø,Ø,Ø,Ø         │
B6EC 24                DB  36              ┘

B6ED ØCØ2Ø4Ø4  FMDØ3:  DB  12,2,4,4        ┐
B6F1 21282BØØ          DB  33,4Ø,43,Ø      │
B6F5 5E5C5E5F          DB  94,92,94,95     │
B6F9 Ø5Ø5Ø5Ø9          DB  5,5,5,9         │ ハープシコードの音色データ
B6FD Ø3Ø3Ø3Ø4          DB  3,3,3,4         │
B7Ø1 A777777A          DB  167,119,119,122 │
B7Ø5 ØØØØØØØØ          DB  Ø,Ø,Ø,Ø         │
B7Ø9 3B                DB  59              ┘

B7ØA ØCØ1Ø1Ø4  FMDØ4:  DB  12,1,1,4        ┐
B7ØE 231E27ØØ          DB  35,3Ø,39,Ø      │
B712 5E5E5E9E          DB  94,94,94,158    │
B716 Ø5Ø7Ø6Ø6          DB  5,7,6,6         │ クラビネットの音色データ
B71A Ø5Ø6Ø5Ø5          DB  5,6,5,5         │
B71E A757575A          DB  167,87,87,9Ø    │
B722 ØØØØØØØØ          DB  Ø,Ø,Ø,Ø         │
B726 3B                DB  59              ┘
```


● マシン語の開発環境 ●

これから実際にマシン語プログラムを作成し、実行していくわけですが、マシン語にはまずソース・プログラムを開発する環境が大切です。いいプログラムは、いい開発環境から生まれるものです。本書は、そのために本格的なエディタ・アセンブラ『HIT-88』を用意しました。

読者のなかには、『PC-8801mk II SR　マシン語ゲームプログラミング』で使用した『MF-ASM2』をお持ちの方もいると思いますが、マシン語プログラムのレベルや規模がアップしたため、本書のプログラムにおいては現実的には使用できません。プログラムの分割やラベルの定義など、不都合な部分をすべて独自に変更すれば絶対に不可能とはいえませんが、その作業は『HIT-88』の入力以上に大変なものになってしまいます。

音楽という、文字では表現しにくい世界でもあり、プログラムの実行により初めて意思の疎通が可能になる部分も多々あります。できるだけ、巻末に掲載されている『HIT-88』を最初に入力し、その特徴や使用法を覚えてください。

なお、市販のアセンブラを使用される場合、なかには２進数表記ができないものや、擬似命令の書式が違っているものがあります。最低限『HIT-88』との文法上の違いくらいは確認してください。

■ 音色を設定する

プログラムであらかじめセットされている音色は、サウンドボードII用に追加された新しい音色です。旧サウンドボード用に用意されていた音色（0～61）に比べ、かなりよい音色になっています。不評だった音色間による音の高さのズレもなくなり、NECサイドにも進歩の跡がうかがえます。こちらも、負けないよう頑張らなければなりません。

まず、プログラム後半にある音色データの内容から解説していきましょう。

音色データは、1つの音色につき29バイトを使用しています。PC-8801に搭載されているFM音源ICは、1つのチャンネルにつき4つのオペレータを持っています。各オペレータは、それぞれ7バイトのデータを必要としており、トータル（7×4オペレータ）で28バイトとなります。

残りの1バイトは、アルゴリズムなどを指示するデータです（アルゴリズムはP25で解説したように、8通りの組み合わせがあります）。

各データの詳細は本章の3節で解説しますので、ここではオペレータに対するデータ（28バイト）とアルゴリズム用のデータ（1バイト）、計29バイトをFM音源ICのレジスタに設定すれば、音色のセットアップが完了することを覚えておきましょう。

次に、音色データを設定するFM音源ICのレジスタ・アドレスマップを次頁の図1.2に示しますので見てください。

◇印の付いているのが、オペレータに対するデータの送り先で、◆印の付いているのがアルゴリズムを指示するアドレスです。

「DT/MULTI」の項目を例にとって見てみましょう。実際に使われているアドレスは30Hから3EHまで（計12）です。オペレータはチャンネル別に4つずつありますから、ここには3チャンネル分の「DT/MULTI」があることになります。この3チャンネルとは、具体的にはFM1～FM3のことです。◇印の付いた項目は、すべてこのように3チャンネル分のレジスタがまとまって配置されています。では、この項目のなかで、チャンネルそしてオペレータが、どのような順で置かれているかを図1.3で示します。

オペレータの2と3がアドレスの並びとは逆になっていることに注目してください。うっかり見落としてしまうと、音色データどおりの音が出ないことになってしまいます。

理由はわかりませんが、◇印の付いた項目では、オペレータがすべてこの並びになっています。このように設計されている以上、音色データもこの並びに合わせて「オペレータ1→3→2→4」の順で用意したほうがプログラムは組みやすくなります。

アドレスB0Hからは、アルゴリズムとFB（Self-Feedback）を指示するレジスタがチャンネル順に3つ並んでいることも確認しておきましょう。

以上で、プログラム中にある音色データ（FMD00～FMD04）が、それぞれFM音源ICのどのアドレスに送られるべきデータなのかを判別できると思います。

図 1.2　FM 音源 IC アドレスマップ

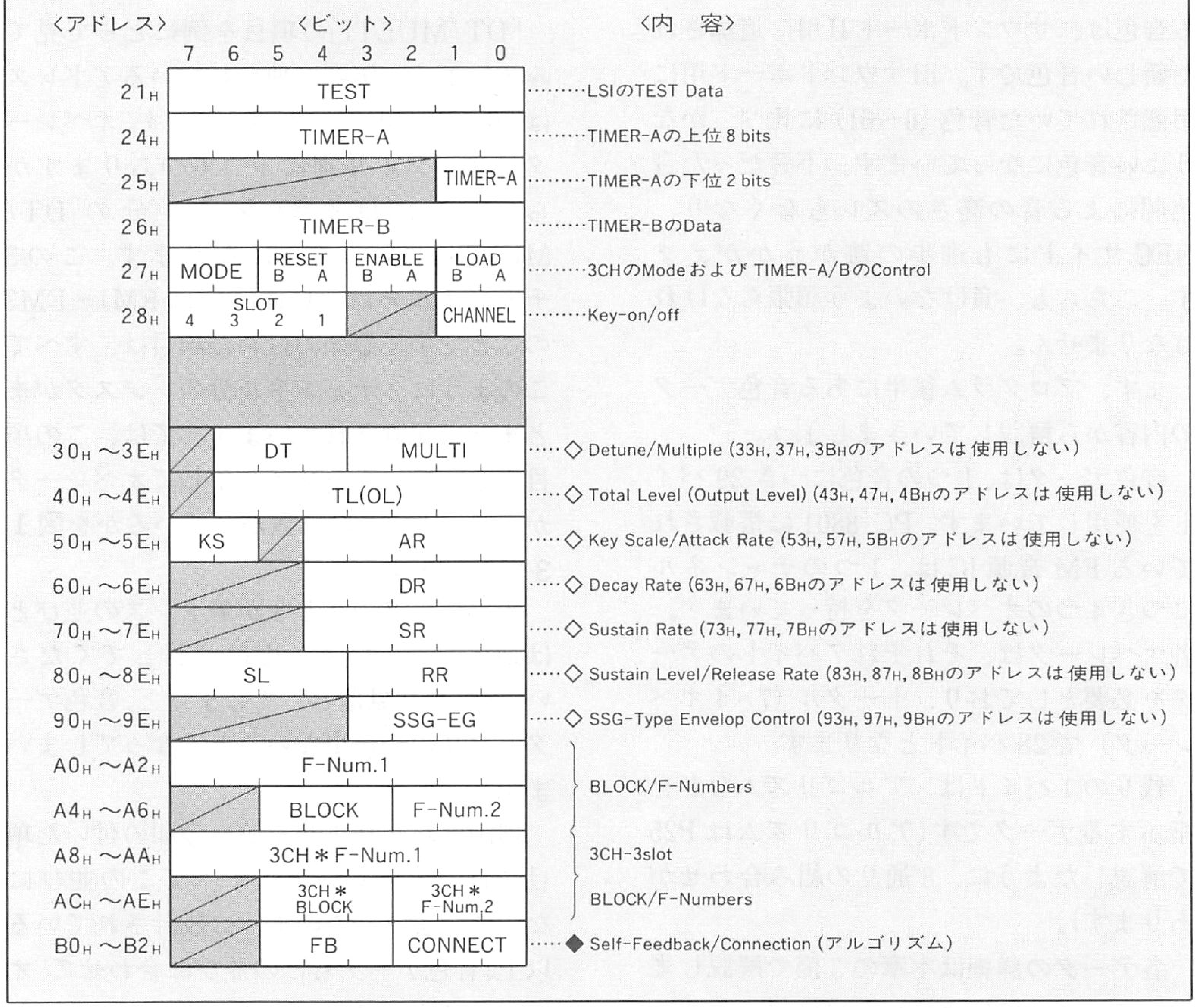


図 1.3　DT/MULTI における，オペレータとアドレスの対応

	オペレータ・1	オペレータ・3	オペレータ・2	オペレータ・4
チャンネル・1	30H	34H	38H	3CH
チャンネル・2	31H	35H	39H	3DH
チャンネル・3	32H	36H	3AH	3EH

■ データを送る

次はデータの送りかたです。

FM 音源 IC と PC-8801 本体とは、ポートの 44_H と 45_H で結ばれています。データを送るには、まず出力ポート 44_H で FM 音源 IC 側のアドレスを指定し、次に出力ポート 45_H からデータを送ります。これが、プログラムのラベル「OUT45」の部分です。

ただし、サウンドボード II を搭載していない機種（CPU＝4MHz）の場合、アドレスを指定した後は 17 ステート、データを送った後は 83 ステートのウェイトを入れる必要があります。アドレスを指定した後のウェイトは、ダミーの命令により取っていますが、データを送った後のウェイトについては、入力ポート 44_H のビット 7 でウェイト完了の確認をすることができます。

「OUT45」は、C レジスタに FM 音源 IC 側のアドレスを入れ、A レジスタでデータを指定してコールすればいいようにプログラムを組んであります。これは、音色データを送るときばかりでなく、音のオン／オフやサウンド割込みなど、これから FM 音源 IC をコントロールする際にも使うことになります。

FM 音源コントロールの心臓部ともいえる「OUT45」は、短いけれども本節最大の宝です。RPG で、貴重な宝箱を発見した気分になってください。

● OUT45 のウェイト ●

FM 音源 IC とのやり取り（OUT45 の部分）で重要なのは、アドレスを指定した後のウェイトの取り方です。データを送った後については「IN　A,(44H)」によりタイミングが測れるので問題ありませんが、アドレスを送った後はこのような情報を得ることができません。そのため、ダミーの命令によってウェイトを確保するしか方法はありません。

ところで、PC-8801FH 以降の機種では、CPU の実行速度を 4MHz と 8MHz に切り換えることができるようになっていますから、命令の実行に要する時間もそれによって変わってきます。

割込みや DMA がかからないものとした場合、1 ステートの時間は次のように計算されます。

4MHz の場合　……　1÷4000000 秒＝0.00000025 秒
8MHz の場合　……　1÷8000000 秒＝0.000000125 秒

一方、今確保しようとしているウェイトは、FM 音源 IC がデータをライトするために必要な待ち時間ですから、CPU の実行速度とは関係なく「FM 音源 IC が必要とするだけの絶対的な時間」として確保すべきものです。FM 音源 IC 側も CPU と連動して実行速度が変わるのであれば気にすることはありませんが、FM 音源 IC 側の実行速度は固定です。

それぞれの実行速度とウェイトの関係を表 1.2 にまとめます。

表 1.2　実行速度とウェイトの関係

CPU の実行速度	旧サウンドボード	サウンドボードII
☆　4MHz	☆4MHz（17）	8MHz（9）
8MHz	4MHz（34）	8MHz（17）

17 ステートのウェイトは、☆印を基準として計算されたものです。したがって、計算上はカッコ内の数値がウェイトのための正しいステート数ということになります。つまり、すべての機種に対応させるためには、34 ステートのウェイトを確保しておく必要があるわけです。

ウェイトの計算には「OUT　(45H) ,A」の実行に要するステート数（11）も加算できますから、意識して確保しなければならないウェイトは、実質 34−11=23 ステートということになります。本書でも、「LD　A, (0)」（13 ステート）というダミーの命令と「POP　AF」（10 ステート）で、23 ステートのウェイトを確保しています。

ただし、実質 17 ステートのウェイトでも動作するという事実を、いちおうお知らせしておきます。というのは、PC-8801SR が発売された当時の情報は「アドレスを送った後には、17 ステートのウェイトが必要」というものであり、これだけでは「OUT　(45H) ,A」に要する 11 ステートを含めていいとは判断できません。そのため、「NOP」「NOP」「POP　AF」で 18 ステートのウェイトを確保するのが一般的だったのです

つまり、理論上は PC-8801FH の 8MHz には対応していなかったのですが、これらのソフトウェアが支障なく動作している事実から判断すると、ウェイトは実質 17 ステート（トータルでは 28 ステート）で十分ともいえます。

しかし、これは危険性を秘めたまま偶然動いているのかもしれません。ナノ・セカンドという短い時間のことですから、やはり規定通りにウェイトを確保しておくほうが無難でしょう。

もし、PC-8801SR 当時から「OUT　(45H) ,A」もウェイトの計算に入れていいという情報があったら、おそらく多くのソフトウェア（PC-8801FH が発売になる以前のもの）が PC-8801FH の 8MHz では走らなかったはずです。PC-8801FH をお持ちの方は、「LD　A, (0)」を取って、4MHz と 8MHz で実験をしてみてください。

一方、4MHz（サウンドボードIIを搭載した機種は 4MHz／8MHz を問わず）の場合は、さきほどの計算通り「LD　A, (0)」によるウェイトを取ってしまっても問題なく動作します。

■ 音を出す

次は、音の出しかたです。音色を設定した後の基本ルールですから、順序を間違えないようにしてください。

① FM 音源 IC に対し、オクターブと音程のデータを送る。
② FM 音源 IC に対し、キーオン（音を出す合図）のデータを送る。
…………音が出る…………
③音の長さ分だけウェイトをおく。
④ FM 音源 IC に対し、キーオフ（音を止める合図）のデータを送る。
…………音が止まる…………

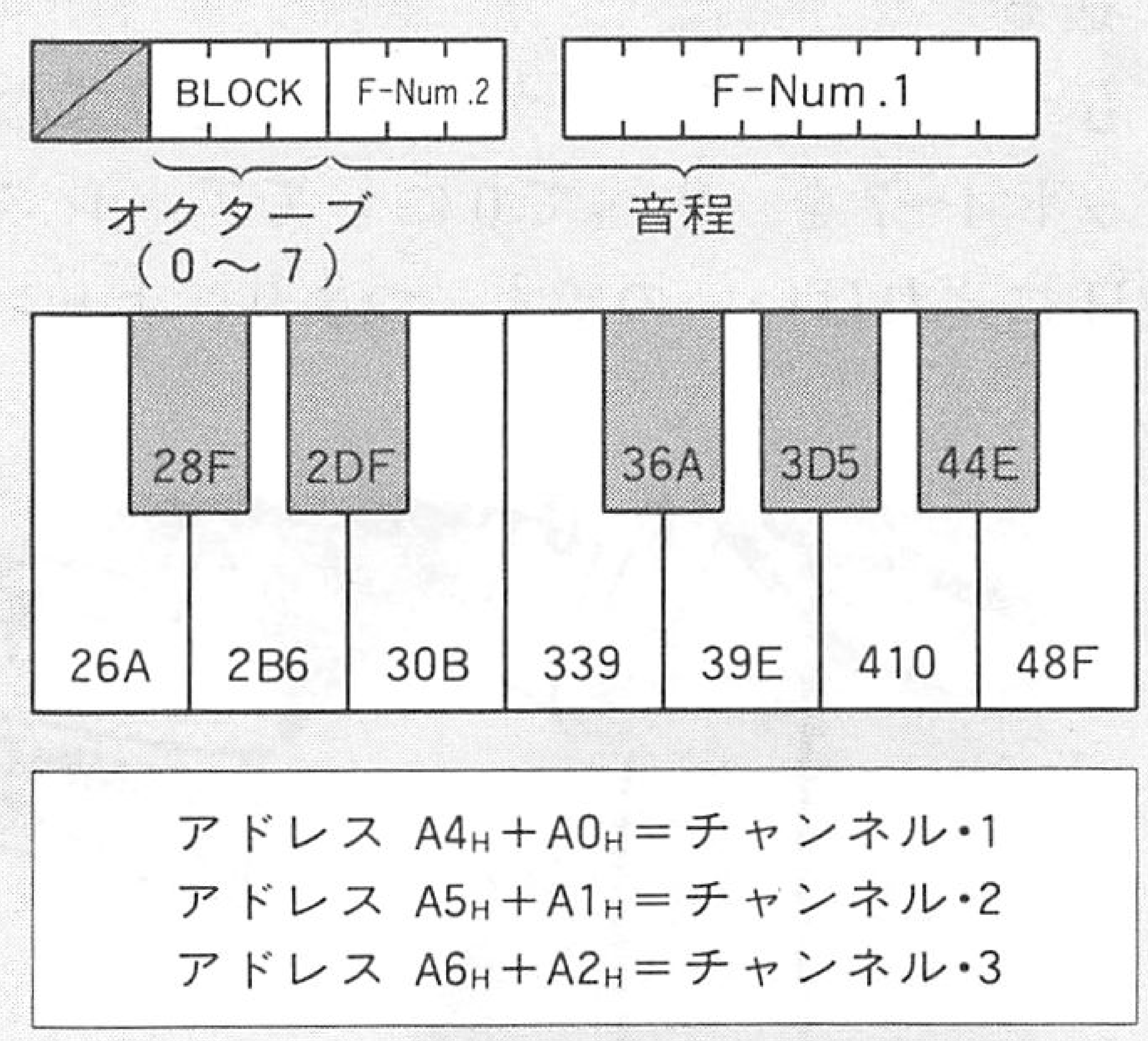
ルールは簡単明瞭です。しかも、③は［0］～［7］のキーを押している間という意味ですから、FM 音源コントロールとは無関係です。したがって、実際には①②④のコントロール法さえマスターすればいいのです。では、これらのルールを1つずつクリアしていくことにしましょう。

① FM 音源 IC に対し、オクターブと音程のデータを送る

データの送り先は「BLOCK/F-Numbers」というアドレスです。BLOCK の3ビットでオクターブを表します。BASIC の MML では、オクターブは 1~8 ですが、ここでは 0~7 で表現することになります。音は**図 1.4** のように「F-Num.2+F-Num.1」の計 11 ビットを使って表すようになっています。

注意したいのは、必ず「BLOCK／F-Num.2」から「F-Num.1」の順に、データを送らなければならないということです。逆にするとどうなるか……それは自分自身で試してみてください。FM 音源 IC に対する知識が一段と深くなるでしょう。

図 1.4　オクターブ／音程データの構成



● ごめんなさい ●

『PC-8801mk II SR　マシン語ゲームプログラミング』の P130 を読まれた方は、音を出す手順が違っていることに気付くはずです。くらべてみると、本書でいうところの①と②が逆になっています。実は、それだとリセット直後に最初の一音が出ないことがあるので、音色を設定してからのルールを本書のように改めてください。

②FM 音源 IC に対し、キーオンのデータを送る

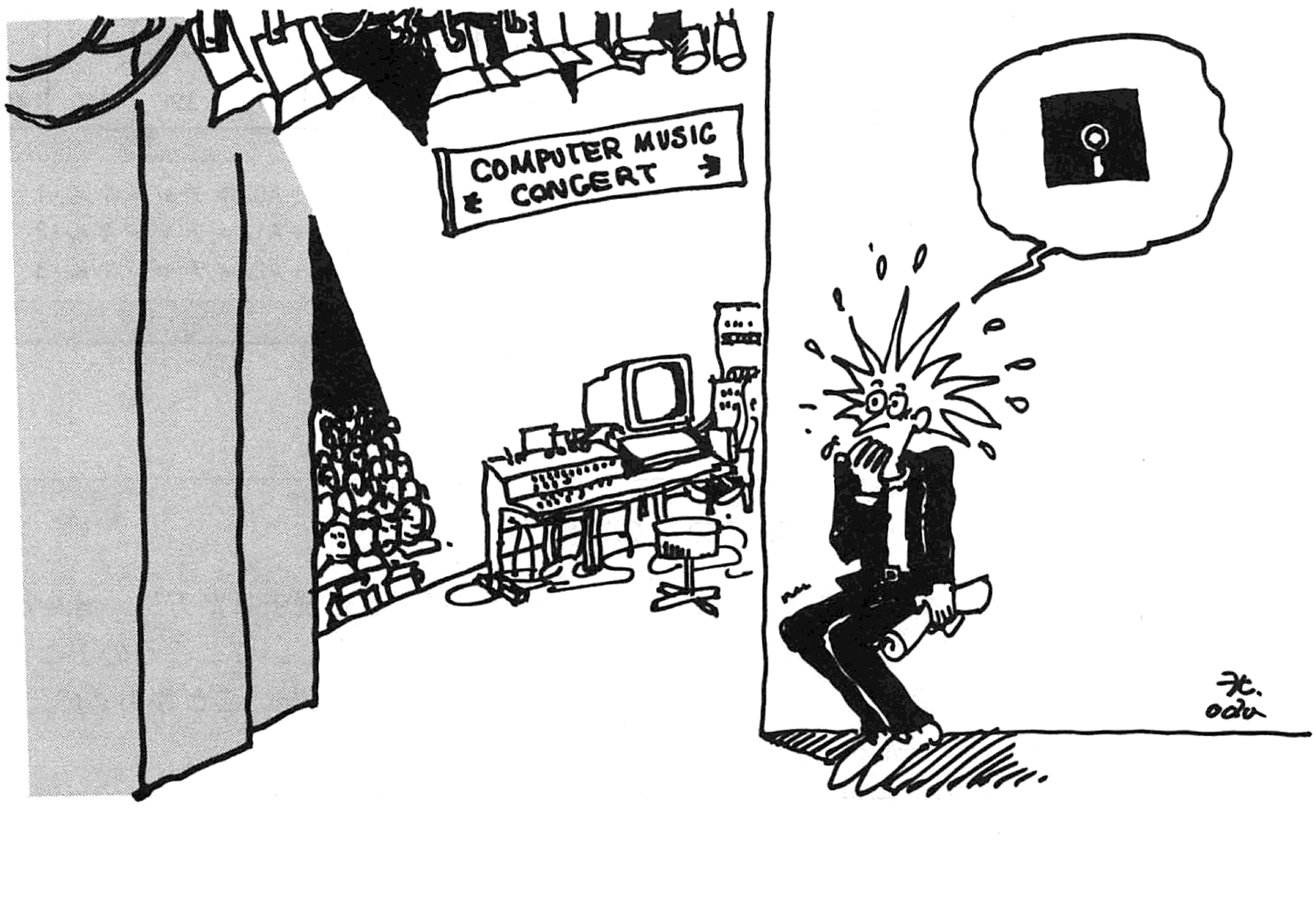
データの送り先は、アドレス 28H です。ビット０と１でチャンネルを指定します。チャンネルの表現は BASIC では 1〜3 でしたが、ここでは 0〜2 となります。音を出す／出さないは、ビットの 4〜7 で各スロット（オペレータ）ごとに指定します。普通は、４つのオペレータすべてを用いて音色を作りますから、ビット 4〜7 はすべて１となります。つまり、チャンネル１の音を出す場合は、アドレス 28H に F0H を送ればいいわけです。

④FM 音源 IC に対し、キーオフのデータを送る

もうおわかりでしょう。②で１を立てたビット 4〜7 を、すべて０にしてアドレス 28H に送ればいいのです。つまり、チャンネル１の音を止めるには、０を送ればいいのです。

以上が、FM 音源コントロールに関する基本です。意外にあっけなかったと感じるかもしれませんが、FM 音源の広大な世界に足を踏み入れたのは疑いようのない事実です。そして、内容は「初めの３歩」であっても、プログラム的には多くの発展性を秘めています。例えば、キースキャンを変えることにより、キーボードをピアノのようにすることだって可能です。実際にプログラムを組まないにしても、そういったアイデアだけは考えるようにしてください。もっとも、「キーボードをピアノに見立てる」では、あまりに平凡過ぎますが……。

あなたのすばらしいアイデアに期待して、次節へテレポート！！



2. 割込み

コンピュータを知らない人でも、「割込み」という言葉はよく使います。そう、バスや電車を待つ列に強引に割り込んでくる迷惑な行為のことです。しかし、コンピュータの世界における割込みとは、迷惑どころか「なくてはならない有益な存在」です。

例えば、プログラムが暴走してハングアップの状態になっても、リセットをかければすべてをイニシャライズすることができますが、これはリセット信号を最優先の割込みとして受け付けているからです。これだけでも、「なくてはならない……」ことがわかります。

しかし、一般的にいう「割込み」とは、ユーザーがプログラムで管理できるものを指します。つまり、リセットのようにハードウェア的な割込みでなく、割込みそのものの禁止／許可、割込み後の処理、こういったことを自由に設定できる割込みのことです。

割込みがかかるとメインプログラムは中断され、CPUは優先的に割込み処理ルーチンを実行します。時には、そのまま別のルーチンへ行ってしまうこともあります。しかし、通常は割込み処理ルーチンが終了すれば、メインプログラムへもどり、中断されたところから実行を再開します。

音楽のコントロールには、こういった割込みに関する知識が不可欠です。その理由を述べる前に、まずは簡単な実験を通して、割込みの実態を自分の目で確認してみましょう。

実験の方法は、前節のプログラム（P30のリスト1.1）の先頭にあるDI（F3H）をNOP（00）に変更してBASICからコールするだけです。

テンキーを押して音を出したり、ついでに関係のないキーも押してみてください。適当に押したら、ESC キーで再びBASICへもどります。どうですか？　画面には、今押したばかりのキーが記憶されていたかのように表示されたはずです。あるいは、あまりにたくさんのキーを押したために、全部は表示されなかったかもしれません。

マシン語を実行しているのにもかかわらずキースキャンされたのは、キースキャンが割込みによって行われているからにほかなりません。そして、この実験から「BASICではキースキャンが割込みによって行われているが、プログラム（リスト1.1）には何の影響も与えなかった」という事実が確認できます。割込みというのは、このように見かけ上の並列動作を可能にしているのです。

ちなみに、このキースキャンは1/60秒ごとに発生するVRTC割込みによって行われています。そして、押されたキーは入力データとして、キーバッファ（最大31文字分）に蓄えられます。この割込みルーチンの仕事はそこまでで、それを処理するのはBASICを管理するプログラムの役目です。そのため、BASICのエディット・モードにもどった時点で、いかにも今入力があったかのようにキーデータが画面に表示されたわけです。

PC-8801には、このほかにもいくつかの割込みがあります。**図1.5**が、PC-8801で用意されている割込みテーブルの一覧です。

よく、BGMを流すために割込みを使いたいという声を聞きますが、BGMでなくとも、コンピュータで「音楽を演奏する」ためには割込みが不可欠です。それは、**割込み以外では、音符で表現される音の長さを正確に計測できない**からです。

旧88のころ主に使われていたビープ音楽や、単チャンネルの演奏であれば、瞬間的に音長が狂っても、単音ですから聞くに耐えられないということはありません。しかし、2チャンネル以上で演奏する場合は、どちらかの音長が少し狂うと、その瞬間のズレがいつまでもチャンネル間のズレとして残ります。そして、やがてズレはズレを呼び、しまいには音楽として聞くことができなくなってしまうのです。

これをカバーするのが、タイマー割込み(一定の周期でかかる割込み)による音長の正確なカウントです。PC-8801には、いくつかのタイプのタイマー割込みが用意されていますが、ここでは音楽演奏に使用可能な3つを取り上げ、それぞれの割込みを使って実際に演奏させてみます。

テストする割込みは、

- **1/600秒毎のリアルタイム・クロック割込み**

と、そしてFM音源ICに用意されている2種類のサウンド割込み、

- **タイマーA割込み**
- **タイマーB割込み**

です。タイマーA割込み、タイマーB割込みは、図1.5に当てはめるとレベル4に相

図1.5　割込みテーブル一覧

優先順位	アドレス	アドレス・テーブルの内容(ジャンプ先)	チャンネル	用途	割込みレベル
上位	F300 F301	下位アドレス 上位アドレス	RXRDY	RS-232C受信割込み	0
↑	F302 F303	下位アドレス 上位アドレス	VRTC	画面終了割込み	1
	F304 F305	下位アドレス 上位アドレス	CLOCK	リアルタイム・クロック(1/600S)	2
	F306 F307	下位アドレス 上位アドレス	$\overline{\text{INT4}}$	ユーザー割込み	3
	F308 F309	下位アドレス 上位アドレス	$\overline{\text{INT3}}$	ユーザー割込み	4
	F30A F30B	下位アドレス 上位アドレス	$\overline{\text{INT2}}$	ユーザー割込み	5
↓	F30C F30D	下位アドレス 上位アドレス	$\overline{\text{FDINT1}}$	FDD用リザーブ	6
下位	F30E F30F	下位アドレス 上位アドレス	$\overline{\text{FDINT2}}$	FDD用リザーブ	7

当するものです。

なお、BASICのキースキャンで使われていた1/60秒ごとのVRTC割込みは、ゲームのウェイトやキースキャン程度であれば問題ありませんが、音楽を微妙にコントロールするには間隔が粗すぎるので、通常は音楽用として使用されません。

テストプログラム(P48の**リスト1.2**)では、この3種の割込みによって『キラキラ星』の初めの部分を演奏させます。その間、メインプログラム側では演奏の開始から終了までプログラムをループさせ、そのループ回数をカウントして画面に表示させます。つまり、このカウントされた値を比べることにより、テンポの違いを確認しようというわけです。

メインプログラムの内容は単純なものですが、音楽の演奏については完全に割込みによって行いますから、これでも立派に「BGM付きのプログラム」といえます。

演奏する内容をBASICのMMLで表現すると、次のようになります。

```
T115C4C4G4G4A4A4G2F4F
4E4E4D4D4C2
```

プログラムの音楽データ(P49のリスト1.2のラベルKIRASの部分)では、音符にそれぞれ@マークを付けてこれを表現しています。音長を「L4」とせずに各音符ごとに指定しているのは、割込みプログラムを簡潔にするためです。

ところで、この「○分音符」という音長を示す単位ですが、これは具体的な時間を示す単位ではありません。4分音符とか8分音符といったところで、あくまでも8分音符は4分音符の半分の長さというだけのことであり、このままでは時間を指定したことにはなりません。この相対的な音長を絶対的なものにするのが、**テンポ**による基準値の設定です。通常、テンポは「1分間に打たれる4分音符の数」で表しますから、今回のようにテンポ=115という場合は、4分音符が1分間に115回打たれる速度ということになります。

一方、タイマー割込みは周期的にかかりますから、テンポが決まれば割込みの回数をカウントすることにより、音符の長さを測ることができます。ただし、そのためには、それぞれの割込みにおけるテンポと音長の関係を計算式として理解しておかなければなりません。それを次頁より解説します。

なお、本書では演奏の基準となる音長を64分音符とし、それに必要な割込みの回数を設定することにより音楽を演奏させていきます。



■ テンポと音長の関係

(1) 1/600 秒割込み

1 秒間に 600 回の割込みですから、1 分間には 600×60＝36000 回の割込みがかかります。

4 分音符の長さ×テンポ＝36000（1 分間の割込み回数）
64 分音符の長さ＝36000÷16÷テンポ
＝2250÷テンポ

割込みの計算方法としてはもっとも単純です。テンポ＝115 なら、四捨五入して 20 回の割込みが 64 分音符の長さということになります。

欠点は、割込みの周期が 1/600 秒に固定のため、テンポの設定が大まか（例えば、テンポ＝115～110 が同じ）になることと、64 分音符当たりの割込み回数が多すぎることです。超高速な処理を要求するゲームの場合は、BGM によりメインプログラムの実行スピードが遅くなる危険性があります。

(2) タイマーA 割込み

2 つあるサウンド用割込みのうち、キメの細かい周期設定ができるほうです。割込みの周期を細かく変えられるので、微妙なテンポのズレも表現可能です。しかし、テンポの値がそのまま周期データ（FM 音源 IC に指示するデータ）になるわけではなく、両者の間にはけっこう複雑な計算式が存在しています。これをシンプルな形にまとめるため、まず次の 2 つを計算しておきます。

① FM 音源周波数（kHz）

FM 音源 IC アドレスの 2D～$2F_H$ には、FM／SSG 各音源の周波数をコントロールする**プリスケーラ機能**があります。プリスケーラとは、動作周波数を分周する機能のことで、FM 音源 IC の動作クロック×分周数が実際の動作周波数になります（図 1.6）。

P35 のコラムで、旧サウンドボードとサウンドボード II では動作周波数が異なっているとありますが、ここでの計算は常に 4MHz（＝4000kHz）を基準にするようになっています。FM 音源の分周数の初期設定値は 1/6 ですから、実際の FM 音源周波数は次式で求められます。

FM 音源周波数（kHz）＝4000×1/6
＝2000÷3　（＝666.666･･･）

2D	2E	2F	FM 音源の分周数	SSG 音源の分周数	OPNに入力できる最大周波数
—	—	A	1/2	1/1	1.4MHz
A	—	—	1/6	1/4	4.2MHz ← 初期設定時（変更しないこと）
A	A	—	1/3	1/2	2.1MHz

＊Aはそのアドレスを入力し，ーは入力しないことを意味する

図 1.6　入力クロックと内部クロックの関係

②割込みの周期

テンポの値から、割込みの周期（間隔）を決定します。基準が64分音符なので、割込みの周期＝64分音符の長さということになります。

4分音符の長さ×テンポ＝60×1000ms　（＝1分間）
64分音符の長さ＝60000÷16÷テンポ
＝3750÷テンポ

タイマーAの場合、割込み周期を設定するデータは10ビット(0〜1023)から成っています。仮にその値をAとすると、①と②との間には次のような関係式が成立します。

②＝12×（1024－A）÷①

なぜ、こうなるのか？　それは、設計者が考えることで、利用するわれわれが考える必要はありませんね。とにかく、①の値とAの範囲が決まっているわけですから、②の取りうる値は必然的に0.018〜18.432msとなります。これをそのままテンポに換算すると208333〜203となります。これでは、相当テンポの速い曲以外は演奏不能です。

そこで、64分音符当たりの割込み回数を増やし、対応できるテンポの幅を広げてみましょう。仮に64分音符につき10回の割込みをかけるとすると、テンポの範囲は20833〜20となり、問題は簡単に解決します。これをさきほどの式に当てはめ、テンポからAを求められるように式を変形します。

②÷10＝12×（1024－A）÷①
A＝1024－①×②÷120
＝1024－62500÷3÷テンポ
＝1024－20833÷テンポ（小数点以下四捨五入）

今回の例では、テンポ＝115ですからA＝843(＝1101001011B)となります。この上位8ビット（D2H）をFM音源ICの24Hに、下位2ビット（3）を25Hに送ってやれば、計算通りの周期で割込みがかかります。

ただし、本格的なサウンド・プログラムでタイマーA割込みを用いる場合は、テンポによって64分音符当たりの割込み回数を変化させたほうが、無駄な割込みが省けることになります。そもそもテンポが203以上ならば、1回の割込みで64分音符を表現できるわけですから、一律に10回も割込みをかける必要はないわけです。

(3) タイマーB割込み

割込みのレベルとしてはタイマーAと同じです。違う点は、周期を変更するデータが8ビットであること、およびその計算方法です。もちろん、データの送り先も違います。割込みの周期がタイマーAほど細かくないのも特徴です。

周期を変更するデータをBとし、①と②との関係を式にしてみます。

②＝192×（256－B）÷①

Bの取りうる値は8ビット(0～255)ですから、②の範囲は0.288～73.728msとなります。このままでもテンポ＝13021～51の表現が可能ですが、64分音符に付き3回の割込みとすれば、テンポの範囲は4340～17となります。この条件下でテンポからBを求めるように式を変形してみます。

②÷3＝192×（256－B）÷①
B＝256－①×②÷576
＝256－78125÷18÷テンポ
＝256－4340÷テンポ（小数点以下四捨五入）

テンポ＝115ならB＝218というわけです。タイマーBの周期設定は、この値をFM音源ICの26Hに送ればいいのです。ただし、割込み周期の設定単位が粗い分だけ、テンポに対する精度はタイマーAより低くなります。例えば、テンポ＝113とした場合でもB＝218となってしまいます。しかし、この程度のテンポの狂いなら、実用上ほとんど差し支えないといえます。

では、リスト1.2を実行して、3種類の割込みがどのように違うか、実際に確認してください。計算上では、すべてテンポ＝115になっていますが、とかく机上の計算と現実は一致しないものです。果たして、画面に表示されるカウンターの値は同じになるでしょうか……。

プログラムを実行するには、リスト1.2をアセンブル後、BASICから次のようにコールします。なお、このプログラムは「NEW CMD」を実行したり、第3章のプログラムを実行した後には正しく動作しないので、注意してください。

```
CLEAR,&HB5FF
A =&HBA00:CLS:CALL A
```

おそらく、3つのカウンターはバラバラの値を示してストップしたことでしょう。一番正確なのはタイマーAのはずですが、裏付けは取っていません。演奏の開始から終了までをストップウォッチで計測すれば、どれが正確かをハッキリさせることができるはずです。興味のある方はやってみてください。8.3478秒が計算上の演奏時間です。

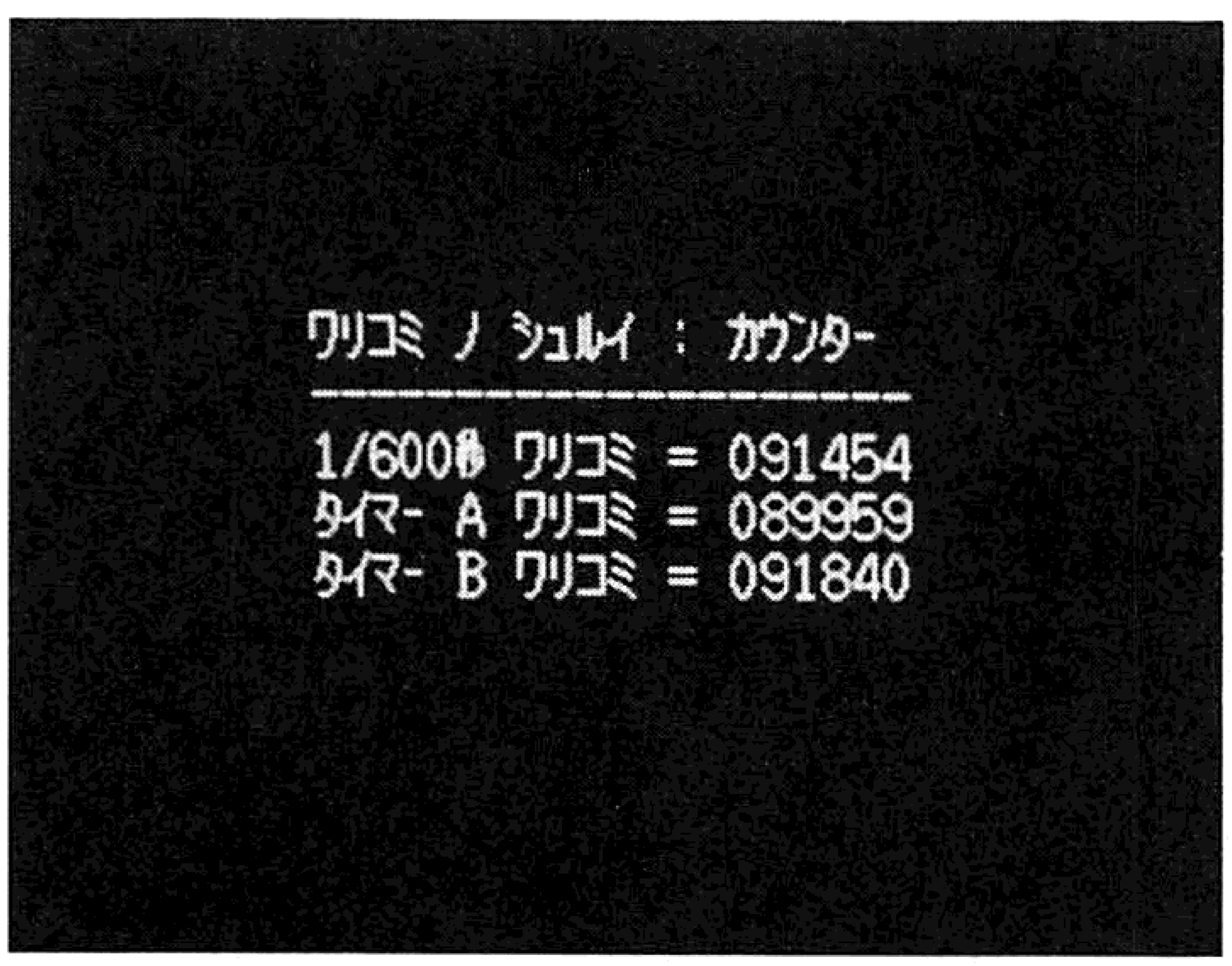


写真 1.1　プログラムの実行画面

タイマーAとタイマーBの割込みによる演奏では、1/600秒割込みと違い、基本的にチャンネル間でテンポを変えることはできません。もちろん、割込みの周期を一定にすればそれは可能ですが（BASICのMMLではその手法）、それでは結局1/600秒割込みと同じ欠点を持つことになってしまいます。

どちらを採用するか、このあたりの判断は非常に難しいところです。本節では演奏チャンネルが1つですから、余計なことは考えずに周期を変えていますが、複数のチャンネルを使用する場合にはハッキリいって迷います。というのは、ゲームなどでは演奏の合間にテンポの違う効果音もほしいからです。チャンネル別に演奏と効果音とでタイマーA／Bを使い分けるという手もありますが、全チャンネルを使った演奏に苦労するなど新たな欠点が生じます。

どうせ完璧でないなら、「効果音は音楽ほどテンポに対してうるさくない」という特徴（？）を利用して、音長でテンポ調整をしてしまえばいいでしょう。例えば、テンポ＝100の8分音符で作った効果音であれば、テンポ＝150のときは付点8分音符に、テンポ＝200のときは4分音符にすることで、同じ音長の効果音となります。音楽によって効果音のデータを変える手間がいりますが、プログラムを無理に凝らなくていいので、これは現実的な解決策の1つです。

ちなみに、本書の最終的な目的である

SSD(サウンドドライバ)は、タイマーA 割込みを使用し、周期を変えてテンポを設定するようにしています。したがって、音楽を演奏しながらの効果音は、前述したように音楽演奏のテンポに合わせ、音長を調整することになります。

割込みの選択に迷った結果、私の手元には 3 種類すべての割込みに対応したサウンドドライバが残っています。サウンドドライバを制作したプログラマは、誰もが一度はこの選択に迷うようです。これも、割込み種類の豊富な PC-8801 ならではのぜいたくな悩みといえるでしょう。

というわけで、どの割込みにも一長一短があり、どれが優れていると断言できるものではありません。ここでの目的も、3 種類の割込みの優劣を決定することではなく、必要に応じて使い分けができるよう、それぞれの特徴と使用法を理解してもらうことにあります。

それでは、それぞれの割込みについてプログラムの内容にも軽く迫ってみましょう。

割込みに欠かすことのできないのが、出力ポート E4$_\mathrm{H}$ と E6$_\mathrm{H}$ です。それぞれの内容は図 1.7 の通りです。

割込みレベルの設定、そして割込みレベル 0～2 のマスクがこの 2 つのポートの役目です。サウンド割込みのマスクは、I/O ポート 32$_\mathrm{H}$ のビット 7 で行います。すなわち、このビットが 0 のときにサウンド割込みの使用が可能になり、1 のときにはマスクされます（図 1.8)。

サウンド割込みは、割込みレベルでいうとレベル 4 に当たります。割込みのレベルというのは優先順位のことで、そのレベルの割込みが発生すると、次はそれ以下（数値的には大きいほう）の割込みがかからなくなります。各割込み処理ルーチンで、毎回割込みレベル＋1 のレベル設定をしているのはそのためです。

タイマーA とタイマーB に関しては、単に割込みレベルの設定をするだけでなく、その始動／停止もコントロールしてやらなければなりません。FM 音源 IC の 27$_\mathrm{H}$ がそのコントロール・レジスタで、その内容は図 1.9 の通りです。

この図から、タイマーA／B をコント

図 1.7　割込み用出力ポート

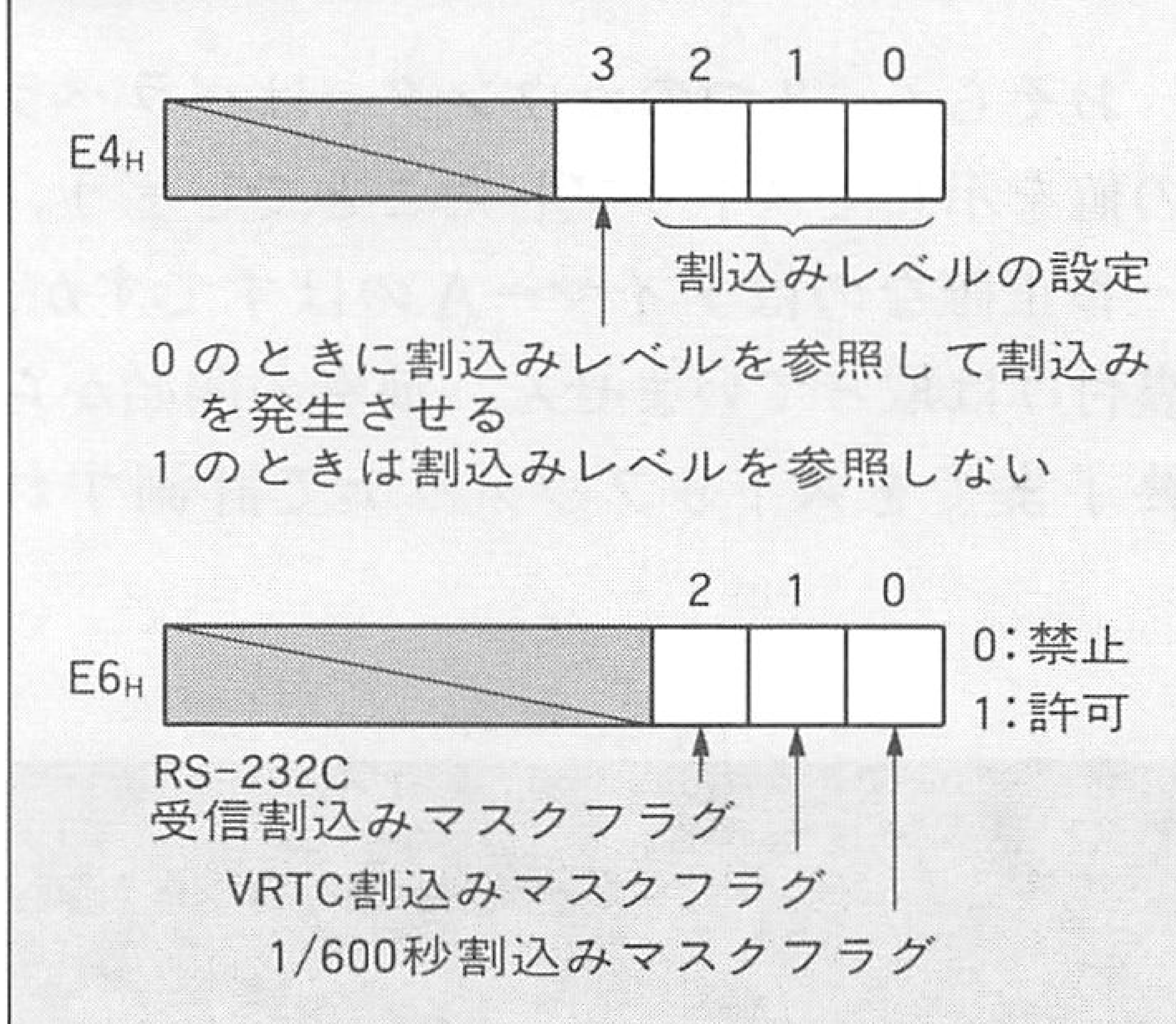
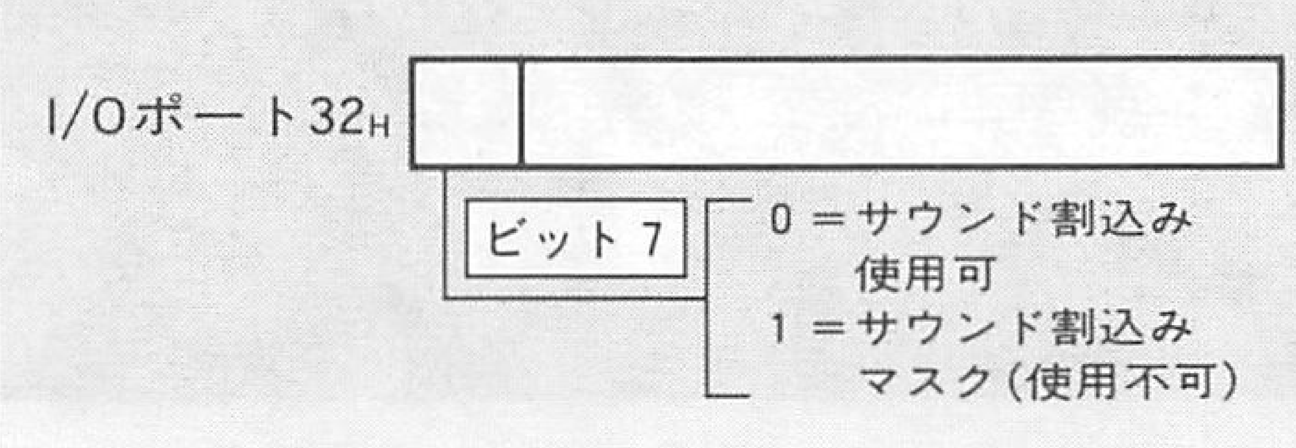


図 1.8　サウンド割込みのマスク



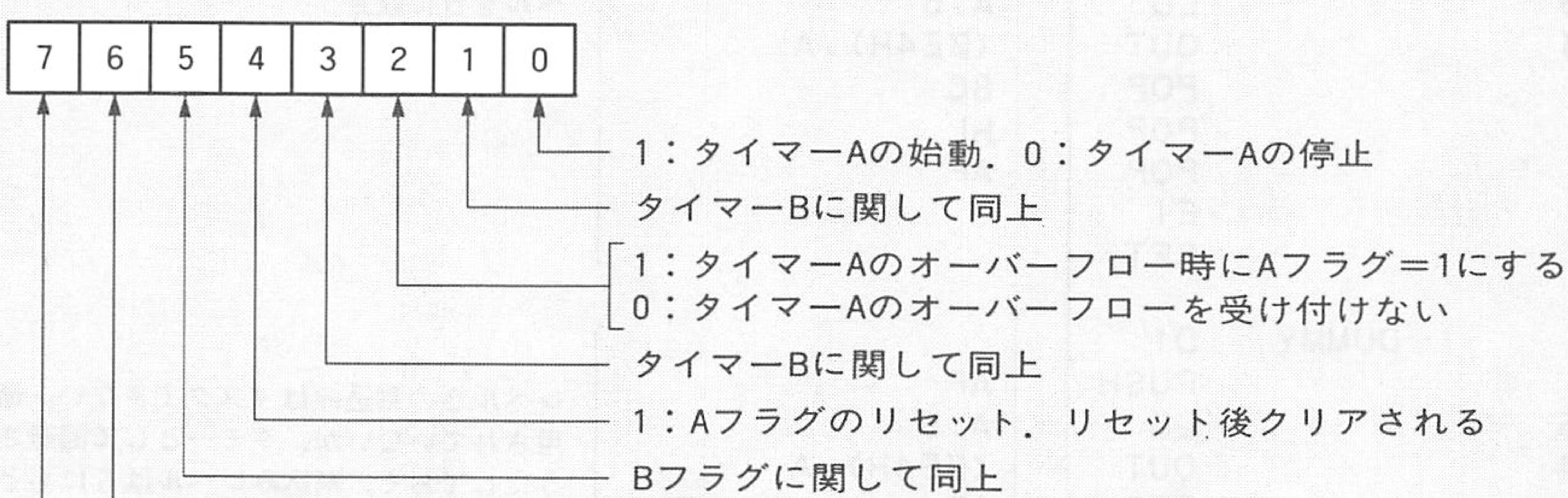
ロールするためのビットが把握できると思います。説明のなかで、フラグA、フラグBという言葉がありますが、これはタイマーAとタイマーBを同時に使用するときに関係してくるもので、通常は気にする必要はありません。

タイマーAとBはどちらもレベル4の割込みとしてかかりますから、もし両方の割込みを使用する場合には、A／Bどちらの割込みがかかったかを判定しなければなりません。その際に、このフラグを見て判定するのです。具体的には「IN　A,(44H)」としたときに、ビット0=1ならAフラグ、ビット1=1ならBフラグとなります。プログラム中、「OUT45」でも「IN　A,(44H)」を実行していますが、3つのビット(ビット7、1、0)からステータスを得ているだけで、残りのビットには意味はありません。

FM音源の場合、効果音も含めてほとんどの音は通常モードで作れますが、「効果音モード」を使うとさらにおもしろい効果音もできるようです。プログラム的には、スロット（オペレータ）別にF-Numberを指定するだけですから、効果音に興味のある方は実験してみるといいでしょう。

もう1つの「音声合成モード」に関しては、プログラムだけでは処理できないので、本書では取り上げません（実際に行った場合、ADコンバータの製作からスタートしなければならないので大変です）。ADPCMという音声合成機能の付いたサウンドボードIIが全機種対応のオプションとして発売されている現在、そのコントロール方法をマスターするほうが実用的といえるでしょう。

図1.9　タイマーA／Bコントロール・レジスタ（27H）



0	0	通常モード	CH.3のF-NumberはA2H,A6Hで指定
0	1	効果音モード	CH.3のF-Numberはスロット別に指定 1スロット＝A9H,ADH　2スロット＝AAH,AEH　3スロット＝A8H,ACH
1	0	音声合成モード	CH.3のF-Numberは効果音モードと同じ CSM音声合成モードとなりKeyon/offはタイマーAで制御される

リスト 1.2　割込みテストプログラム

```
                        ORG     ØB7ØØH

B7ØØ ØØØØØØØØ           DW      Ø,Ø,TM6ØØ          割込みテーブル(1/600 秒)
B7Ø4 Ø6B7

B7Ø6 F3         TM6ØØ:  DI
B7Ø7 F5                 PUSH    AF
B7Ø8 E5                 PUSH    HL
B7Ø9 C5                 PUSH    BC
B7ØA CDB9BA             CALL    SAMEP
B7ØD 3EØ3               LD      A,3                1/600 秒割込みによる演奏ルーチン終了後、割
B7ØF D3E4               OUT     (ØE4H),A           込みレベルを 3 に設定
B711 C1                 POP     BC
B712 E1                 POP     HL
B713 F1                 POP     AF
B714 FB                 EI
B715 C9                 RET

                        ORG     ØB8ØØH

B8ØØ ØØØØØØØØ           DW      Ø,Ø,Ø,DUMMY,TIMEA  割込みテーブル(タイマーA)
B8Ø4 ØØØØ21B8
B8Ø8 ØAB8

B8ØA F3         TIMEA:  DI
B8ØB F5                 PUSH    AF
B8ØC E5                 PUSH    HL
B8ØD C5                 PUSH    BC
B8ØE CDB9BA             CALL    SAMEP
B811 3E15               LD      A,ØØØ1Ø1Ø1B
B813 ØE27               LD      C,27H              タイマーA 割込みによる演奏ルーチン終了後、
B815 CDØ2BB             CALL    OUT45              タイマーA のイニシャライズ、および割込みレ
B818 3EØ5               LD      A,5                ベルを 5 に設定
B81A D3E4               OUT     (ØE4H),A
B81C C1                 POP     BC
B81D E1                 POP     HL
B81E F1                 POP     AF
B81F FB                 EI
B82Ø C9                 RET

B821 F3         DUMMY:  DI
B822 F5                 PUSH    AF                 レベル 3 の割込みはマスクできない。通常は使
B823 3EØ5               LD      A,5                用されていないが、ダミーとして回避されるよ
B825 D3E4               OUT     (ØE4H),A           うにしておく。割込みレベルは 5 にもどしてお
B827 F1                 POP     AF                 く
B828 FB                 EI
B829 C9                 RET

                        ORG     ØB9ØØH

B9ØØ ØØØØØØØØ           DW      Ø,Ø,Ø,DUMMY,TIMEB  割込みテーブル(タイマーB)
B9Ø4 ØØØØ21B8
B9Ø8 ØAB9
```

```
B90A F3         TIMEB:  DI
B90B F5                 PUSH    AF
B90C E5                 PUSH    HL
B90D C5                 PUSH    BC
B90E CDB9BA             CALL    SAMEP
B911 3E2A               LD      A,00101010B
B913 0E27               LD      C,27H
B915 CD02BB             CALL    OUT45
B918 3E05               LD      A,5
B91A D3E4               OUT     (0E4H),A
B91C C1                 POP     BC
B91D E1                 POP     HL
B91E F1                 POP     AF
B91F FB                 EI
B920 C9                 RET

                        ORG     0BA00H

BA00 C32DBB             JP      TEST

BA03 0000       FMADR:  DW      0
BA05 0000       COUNT:  DW      0
BA07 13         LEN64:  DB      19
BA08 01         STOPF:  DB      1
BA09 000000     NUMDA:  DB      0,0,0

BA0C 1A6A       SDATA:  DB      1AH,6AH
BA0E 1AB6               DB      1AH,0B6H
BA10 1B0B               DB      1BH,0BH
BA12 1B39               DB      1BH,39H
BA14 1B9E               DB      1BH,9EH
BA16 1C10               DB      1CH,10H
BA18 1C8F               DB      1CH,8FH

0001=           @C:     EQU     1
0003=           @D:     EQU     3
0005=           @E:     EQU     5
0007=           @F:     EQU     7
0009=           @G:     EQU     9
000B=           @A:     EQU     11
000D=           @B:     EQU     13
00FF=           @FIN:   EQU     0FFH

BA1A 01040104   KIRAS:  DB      @C,4,@C,4,@G,4,@G,4
BA1E 09040904
BA22 0B040B04           DB      @A,4,@A,4,@G,2
BA26 0902
BA28 07040704           DB      @F,4,@F,4,@E,4,@E,4
BA2C 05040504
BA30 03040304           DB      @D,4,@D,4,@C,2
BA34 0102
BA36 FF                 DB      @FIN

BA37 0F523202   FMD00:  DB      15,82,50,2
BA3B 411B0000           DB      65,27,0,0
BA3F 5E5E5E9E           DB      94,94,94,158
```

Comments:

- TIMEB (B90A–B920): タイマーB割込みによる演奏ルーチン終了後、タイマーBのイニシャライズ、および割込みレベルを5に設定する
- FMADR: 演奏データアドレス用ワーク
- COUNT: 音長カウンタ用ワーク
- LEN64: 64分音符の割込み回数
- STOPF: 演奏フラグ(1＝演奏、0＝終了)
- NUMDA: ループカウンタ
- SDATA: 音程データ　ド　(オクターブ　4)
- 音程データ　レ　(オクターブ　4)
- 音程データ　ミ　(オクターブ　4)
- 音程データ　ファ(オクターブ　4)
- 音程データ　ソ　(オクターブ　4)
- 音程データ　ラ　(オクターブ　4)
- 音程データ　シ　(オクターブ　4)
- EQU (@C–@FIN): 音源とエンドマークをラベルで定義
- KIRAS: 「キラキラ星」演奏データ

```
BA43 ØFØ7Ø8Ø7           DB      15,7,8,7
BA47 Ø5Ø5Ø5Ø5           DB      5,5,5,5
BA4B D6D6D8D8           DB      214,214,216,216
BA4F ØØØØØØØØ           DB      Ø,Ø,Ø,Ø
BA53 3C                 DB      6Ø
BA54 3C                 DB      6Ø
```

エレクトリックピアノの音色データ

```
BA55 DCD8BADØ  TEXTD:   DB      'ワリコミ ノ シュルイ : カウンター '
BA59 2ØC92ØBC
BA5D ADD9B22Ø
BA61 3A2ØB6B3
BA65 DDCØBØ2Ø
BA69 2D2D2D2D           DB      '--------------------'
BA6D 2D2D2D2D
BA71 2D2D2D2D
BA75 2D2D2D2D
BA79 2D2D2D2D
BA7D 312F363Ø           DB      '1/6ØØ秒 ワリコミ = ØØØØØØ'
BA81 3ØF72ØDC
BA85 D8BADØ2Ø
BA89 3D2Ø3Ø3Ø
BA8D 3Ø3Ø3Ø3Ø
BA91 CØB2CFBØ           DB      'タイマー A ワリコミ = ØØØØØØ'
BA95 2Ø412ØDC
BA99 D8BADØ2Ø
BA9D 3D2Ø3Ø3Ø
BAA1 3Ø3Ø3Ø3Ø
BAA5 CØB2CFBØ           DB      'タイマー B ワリコミ = ØØØØØØ'
BAA9 2Ø422ØDC
BAAD D8BADØ2Ø
BAB1 3D2Ø3Ø3Ø
BAB5 3Ø3Ø3Ø3Ø
```

テキスト画面用文字データ

```
BAB9 2AØ5BA    SAMEP:   LD      HL,(COUNT)
BABC 2B                 DEC     HL
BABD 7C                 LD      A,H
BABE B5                 OR      L
BABF 28Ø4               JR      Z,SAMEØ
BAC1 22Ø5BA             LD      (COUNT),HL
BAC4 C9                 RET
```

音長カウンタを－1する。カウンタ値が0のときはSAME0へ

```
BAC5 AF        SAMEØ:   XOR     A
BAC6 ØE28               LD      C,28H
BAC8 CDØ2BB             CALL    OUT45
```

チャンネル1のキーオフ

```
BACB 2AØ3BA             LD      HL,(FMADR)
BACE 4E                 LD      C,(HL)
BACF 23                 INC     HL
BADØ ØC                 INC     C
BAD1 CA12BB             JP      Z,SAME3
BAD4 46                 LD      B,(HL)
BAD5 23                 INC     HL
BAD6 22Ø3BA             LD      (FMADR),HL
```

演奏データアドレスからCに音階データ、Bに音長を求める。C＝FF_HならSAME3(演奏終了)へ、継続なら演奏データアドレスを進める
注：Cは＋1される

```
BAD9 3AØ7BA             LD      A,(LEN64)
BADC 6F                 LD      L,A
BADD 26ØØ               LD      H,Ø
BADF 78                 LD      A,B
```

```
BAEØ Ø7                  RLCA                         音長に必要な割込み回数を求め、音長カウンタ
BAE1 Ø7        SAME1:    RLCA                         用ワークに格納する
BAE2 38Ø4                JR      C,SAME2
BAE4 29                  ADD     HL,HL
BAE5 C3E1BA              JP      SAME1
BAE8 22Ø5BA    SAME2:    LD      (COUNT),HL
BAEB 21ØABA              LD      HL,SDATA-2
BAEE Ø6ØØ                LD      B,Ø
BAFØ Ø9                  ADD     HL,BC
BAF1 7E                  LD      A,(HL)
BAF2 23                  INC     HL                   C の値から音程データアドレスを求め、そのア
BAF3 ØEA4                LD      C,ØA4H               ドレスにある音程データを FM 音源 IC に送る
BAF5 CDØ2BB              CALL    OUT45
BAF8 7E                  LD      A,(HL)
BAF9 ØEAØ                LD      C,ØAØH
BAFB CDØ2BB              CALL    OUT45
BAFE 3EFØ                LD      A,ØFØH               チャンネル1のキーオン
BBØØ ØE28                LD      C,28H
BBØ2 F5        OUT45:    PUSH    AF
BBØ3 DB44      O45PØ:    IN      A,(44H)
BBØ5 Ø7                  RLCA
BBØ6 38FB                JR      C,O45PØ
BBØ8 79                  LD      A,C                  FM 音源 IC アドレス(C)に A の値を送る
BBØ9 D344                OUT     (44H),A
BBØB 3AØØØØ              LD      A,(Ø)
BBØE F1                  POP     AF
BBØF D345                OUT     (45H),A
BB11 C9                  RET
BB12 32Ø8BA    SAME3:    LD      (STOPF),A            演奏フラグを 0 にする
BB15 C9                  RET

BB16 ØE3Ø      FCCHA:    LD      C,3ØH
BB18 Ø61C                LD      B,28
BB1A 1A        FCCHL:    LD      A,(DE)
BB1B CDØ2BB              CALL    OUT45
BB1E 13                  INC     DE
BB1F ØC                  INC     C
BB2Ø ØC                  INC     C                    DE で示されるアドレスの音色データを FM 音
BB21 ØC                  INC     C                    源 IC チャンネル1の各アドレスに送る
BB22 ØC                  INC     C
BB23 1ØF5                DJNZ    FCCHL
BB25 3E1Ø                LD      A,1ØH
BB27 81                  ADD     A,C
BB28 4F                  LD      C,A
BB29 1A                  LD      A,(DE)
BB2A C3Ø2BB              JP      OUT45

BB2D F3        TEST:     DI                           割込み禁止
BB2E ED73FBBB            LD      (BSCSP+1),SP         SP の退避
BB32 31ØØB7              LD      SP,ØB7ØØH            SP の設定
BB35 21C8F3              LD      HL,ØF3C8H
BB38 1155BA              LD      DE,TEXTD
BB3B ØEØ5                LD      C,5
BB3D Ø614      TXDLØ:    LD      B,2Ø
BB3F 1A        TXDL1:    LD      A,(DE)
BB4Ø 13                  INC     DE
```

```
BB41 77                 LD     (HL),A          テキスト画面に TEXTD で示されるデータを表
BB42 23                 INC    HL              示する
BB43 1ØFA               DJNZ   TXDL1
BB45 D5                 PUSH   DE
BB46 1164ØØ             LD     DE,1ØØ
BB49 19                 ADD    HL,DE
BB4A D1                 POP    DE
BB4B ØD                 DEC    C
BB4C 2ØEF               JR     NZ,TXDLØ
BB4E 1137BA             LD     DE,FMDØØ        音色の設定
BB51 CD16BB             CALL   FCCHA
BB54 3E14               LD     A,2Ø            A ← 64 分音符の割込み回数
BB56 CDFFBB             CALL   NDCLR           各ワークエリアイニシャライズ
BB59 3EB7               LD     A,ØB7H          割込みベクトル変更
BB5B ED47               LD     I,A
BB5D 3EØ1               LD     A,1             1/600 秒割込み許可。割込みレベルを 3 にする
BB5F D3E6               OUT    (ØE6H),A
BB61 3EØ3               LD     A,3
BB63 D3E4               OUT    (ØE4H),A
BB65 FB                 EI                     割込み許可
BB66 3AØ8BA    TESTØ:   LD     A,(STOPF)       演奏フラグ=0 なら TES0E へ
BB69 B7                 OR     A
BB6A 28ØB               JR     Z,TESØE
BB6C CD1ABC             CALL   NDINC           ループカウンタを+1し、テキスト画面
BB6F 11C6F4             LD     DE,ØF4C6H       (F4C6H)に表示後 TEST0 へループ
BB72 CD2FBC             CALL   DPNUM
BB75 18EF               JR     TESTØ
BB77 F3        TESØE:   DI                     割込み禁止
BB78 DB32               IN     A,(32H)         サウンド割込み許可
BB7A 32EDBB             LD     (OTD32+1),A
BB7D E67F               AND    Ø1111111B
BB7F D332               OUT    (32H),A
BB81 3ED2               LD     A,ØD2H          タイマーA の周期設定
BB83 ØE24               LD     C,24H           上位 8 ビットを FM 音源 IC24H へ
BB85 CDØ2BB             CALL   OUT45           下位 3 ビットを FM 音源 IC25H へ
BB88 3EØ3               LD     A,3
BB8A ØC                 INC    C
BB8B CDØ2BB             CALL   OUT45
BB8E 3EØA               LD     A,1Ø            A ← 64 分音符の割込み回数
BB9Ø CDFFBB             CALL   NDCLR           各ワークエリアイニシャライズ
BB93 3EB8               LD     A,ØB8H          割込みベクトル変更
BB95 ED47               LD     I,A
BB97 AF                 XOR    A               レベル 0〜2 の割込みをマスクし、割込みレベ
BB98 D3E6               OUT    (ØE6H),A        ルを 5 にする
BB9A 3EØ5               LD     A,5
BB9C D3E4               OUT    (ØE4H),A
BB9E 3E15               LD     A,ØØØ1Ø1Ø1B     タイマーA イニシャライズ
BBAØ ØE27               LD     C,27H
BBA2 CDØ2BB             CALL   OUT45
BBA5 FB                 EI                     割込み許可
BBA6 3AØ8BA    TEST1:   LD     A,(STOPF)       演奏フラグ=0 なら TES1E へ
BBA9 B7                 OR     A
BBAA 28ØB               JR     Z,TES1E
BBAC CD1ABC             CALL   NDINC           ループカウンタを+1し、テキスト画面
BBAF 113EF5             LD     DE,ØF53EH       (F53EH)に表示後 TEST1 へループ
BBB2 CD2FBC             CALL   DPNUM
BBB5 18EF               JR     TEST1
```

```
BBB7 F3        TES1E:  DI                    割込み禁止
BBB8 3EDA              LD     A,218          ┐
BBBA ØE26              LD     C,26H          │ タイマーBの周期設定
BBBC CDØ2BB            CALL   OUT45          ┘
BBBF 3EØ3              LD     A,3            A←64分音符の割込み回数
BBC1 CDFFBB            CALL   NDCLR          各ワークエリアイニシャライズ
BBC4 3EB9              LD     A,ØB9H         ┐ 割込みベクトル変更
BBC6 ED47              LD     I,A            ┘
BBC8 3E2A              LD     A,ØØ1Ø1Ø1ØB    ┐
BBCA ØE27              LD     C,27H          │ タイマーBイニシャライズ
BBCC CDØ2BB            CALL   OUT45          ┘
BBCF FB                EI                    割込み許可
BBDØ 3AØ8BA    TEST2:  LD     A,(STOPF)      ┐
BBD3 B7                OR     A              │ 演奏フラグ=0ならTES2Eへ
BBD4 28ØB              JR     Z,TES2E        ┘
BBD6 CD1ABC            CALL   NDINC          ┐
BBD9 11B6F5            LD     DE,ØF5B6H      │ ループカウンタを+1し、テキスト画面
BBDC CD2FBC            CALL   DPNUM          │ (F5B6H)に表示後TEST2へループ
BBDF 18EF              JR     TEST2          ┘
BBE1 F3        TES2E:  DI                    割込み禁止
BBE2 AF                XOR    A              ┐
BBE3 ØE27              LD     C,27H          │ チャンネル1のキーオフ
BBE5 CDØ2BB            CALL   OUT45          ┘
BBE8 3EF3              LD     A,ØF3H         ┐
BBEA ED47              LD     I,A            │
BBEC 3EØØ      OTD32:  LD     A,Ø            │ 割込みベクトル ┐
BBEE D332              OUT    (32H),A        │ 割込みマスク   │ すべて元にもどす
BBFØ 3AC3E6            LD     A,(ØE6C3H)     │ 割込みレベル   │
BBF3 D3E4              OUT    (ØE4H),A       │ SP             ┘
BBF5 3AØEEF            LD     A,(ØEFØEH)     │
BBF8 D3E6              OUT    (ØE6H),A       │
BBFA 31ØØØØ    BSCSP:  LD     SP,Ø           ┘
BBFD FB                EI                    割込み許可
BBFE C9                RET                   BASICへもどる

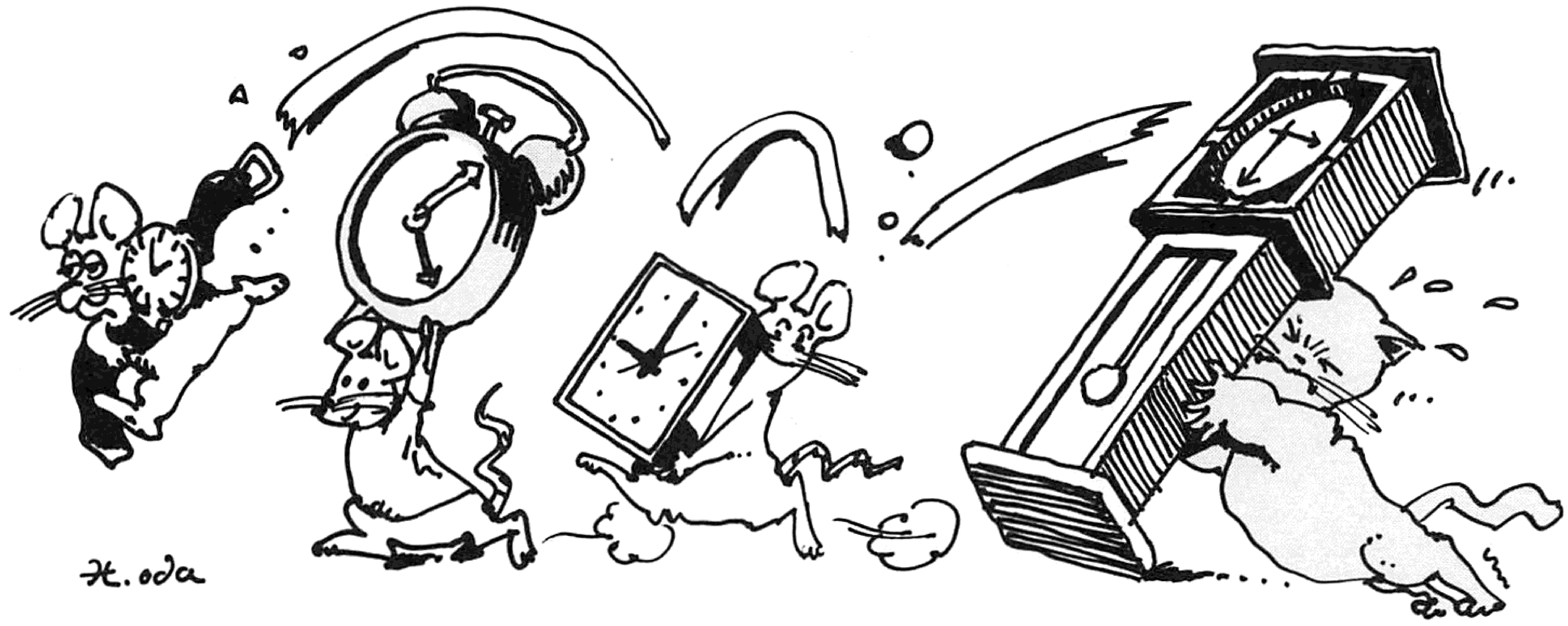
BBFF 32Ø7BA    NDCLR:  LD     (LEN64),A      64分音符の割込み回数設定
BCØ2 AF                XOR    A              ┐
BCØ3 32Ø9BA            LD     (NUMDA),A      │ ループカウンタイニシャライズ
BCØ6 32ØABA            LD     (NUMDA+1),A    │
BCØ9 32ØBBA            LD     (NUMDA+2),A    ┘
BCØC 3C                INC    A              ┐ 演奏フラグ=1にする
BCØD 32Ø8BA            LD     (STOPF),A      │ 音長カウンタ=1にする
BC1Ø 32Ø5BA            LD     (COUNT),A      ┘     ……(次の割込みで演奏開始)
BC13 211ABA            LD     HL,KIRAS       ┐ 演奏データアドレスを設定
BC16 22Ø3BA            LD     (FMADR),HL     ┘
BC19 C9                RET

BC1A 21ØBBA    NDINC:  LD     HL,NUMDA+2     ┐
BC1D 7E                LD     A,(HL)         │
BC1E C6Ø1              ADD    A,1            │
BC2Ø 27                DAA                   │
BC21 77                LD     (HL),A         │
BC22 2B                DEC    HL             │
BC23 7E                LD     A,(HL)         │
BC24 CEØØ              ADC    A,Ø            │ ループカウンタを+1する
BC26 27                DAA                   │ 計算はBCDによる
```

```
BC27 77                  LD      (HL),A
BC28 2B                  DEC     HL
BC29 7E                  LD      A,(HL)
BC2A CEØØ                ADC     A,Ø
BC2C 27                  DAA
BC2D 77                  LD      (HL),A
BC2E C9                  RET

BC2F 21Ø9BA     DPNUM:   LD      HL,NUMDA
BC32 CD38BC              CALL    DNSUB
BC35 CD38BC              CALL    DNSUB
BC38 7E         DNSUB:   LD      A,(HL)
BC39 E6FØ                AND     ØFØH
BC3B ØF                  RRCA
BC3C ØF                  RRCA
BC3D ØF                  RRCA
BC3E ØF                  RRCA
BC3F C63Ø                ADD     A,3ØH
BC41 12                  LD      (DE),A
BC42 13                  INC     DE
BC43 7E                  LD      A,(HL)
BC44 E6ØF                AND     ØFH
BC46 C63Ø                ADD     A,3ØH
BC48 12                  LD      (DE),A
BC49 23                  INC     HL
BC4A 13                  INC     DE
BC4B C9                  RET
```

NUMDA からの 3 バイトにストアされている 6 桁の数値を DE にて表示されるテキスト画面に表示する



3. FM音源音色エディタ

画用紙に絵を描くのと、パソコンでディスプレイ上に絵を描くのと、どちらが楽かといえば、普通は画用紙に描くほうが楽なはずです。アドベンチャーゲームなどの絵にしても、原画を描いてからディスプレイ上でデジタイズするのが常識的な手法です。

しかし、いったん塗った色を変更するとなると、話は別です。何しろ、パソコンにはカラーパレット機能という、瞬間の必殺技があるからです。それも、PC-8801SR 以降では 512 色から選べるわけですから、かなり強力です。

一方、色数が多くなれば、カラー番号と色を一致させるは大変です。ましてや「黄色」とか「やまぶき色」などと、色に名前を付けて覚えることなど不可能でしょう。

そんなとき、誰でも考えるのが簡単なパレット変更用のプログラムです。テンキーの操作で、パレットを段階的に変化できるようにすれば、自分の目で色を確認しながら選択できます。

音色とは、音の色です。しかし、目では見えません。耳で区別する色です。それも、カラーパレットなどより多くの要素がからまった複雑な色です。そこにエディタが必要なのは当然のことでしょう。

FM 音源の魅力は、何といっても音色の自由性です。これがなければ、FM 音源の価値はないといっても過言ではありません。とはいえ、気に入った音色を作るのは時間と労力がかかる作業です。運がよければ、偶然にいい音色に巡り会うこともありますが、そうそういいことばかりともかぎりません。やはり、ある程度の知識がないと、苦労が徒労になりそうです。

すでに、FM 音源の音色設定に関しては、データの構造と FM 音源 IC への送り先が明らかになっています。しかし、各データの内容と、どのようにしてそのデータを作成するのか、肝心の部分がまだです。ここでは、音を目と耳で確認しながらエディットし、音色データを作成していきます。

音色エディタプログラムは、BASIC(P60 の**リスト 1.3**)とマシン語(P61 の**リスト 1.4**)の両方を用いています。このプログラムは、単なる音色コントローラではなく、実用的なツールとして作られているのが特徴です。画面上で項目別にエディットされたデータは、音色データとしてそのまま本書の各プログラムで使用できるようになっています。

では、実際にプログラムを走らせながら、音色エディタを使ってみましょう。最初にマシン語プログラムをアセンブル／ロードしてから、BASIC プログラムを実行してください。画面には**写真 1.2** のような音色エディタのメニューが現れます。

この音色エディタでは、一度に 5 種類の音色をエディットできるようになっており、音色データは B800～B890H（29 バイト×5）に配置されています。それらはメニューで示されているように、ツール上でロード／セーブができます。

ロード／セーブの場合、単に1(または2)を入力してリターンキーを押すと、それぞれのドライブのファイル名が表示されます。また、何も入力せずにリターンキーを押すと、メニューへもどります。データをプリントアウトしたい場合には、3を押してください。4を押すとエディタに入り、画面は図1.10のようになります。

画面上、1か所だけ数字が赤くなっています。テンキーを操作すると、「ピピピ」とクリックしながら上下左右に移動します。これが、このエディタのカーソルに相当するものです。

画面は、大きく4つに分れています。カーソルのある部分がエディットエリアです。右上には、同じ内容のものが実際の音色データとしてリニアに表示されます。右下には、キーボードを鍵盤に見立てた簡易ピアノのようなものがあり、ここで演奏を行い、音色をチェックします。

試しに、演奏してみてください。オクターブの変更は、CTRL＋4～6です。左下には、操作方法の概要が書かれています。それを見れば、すべての操作方法はわかると思いますが、いちおう説明しておきます。

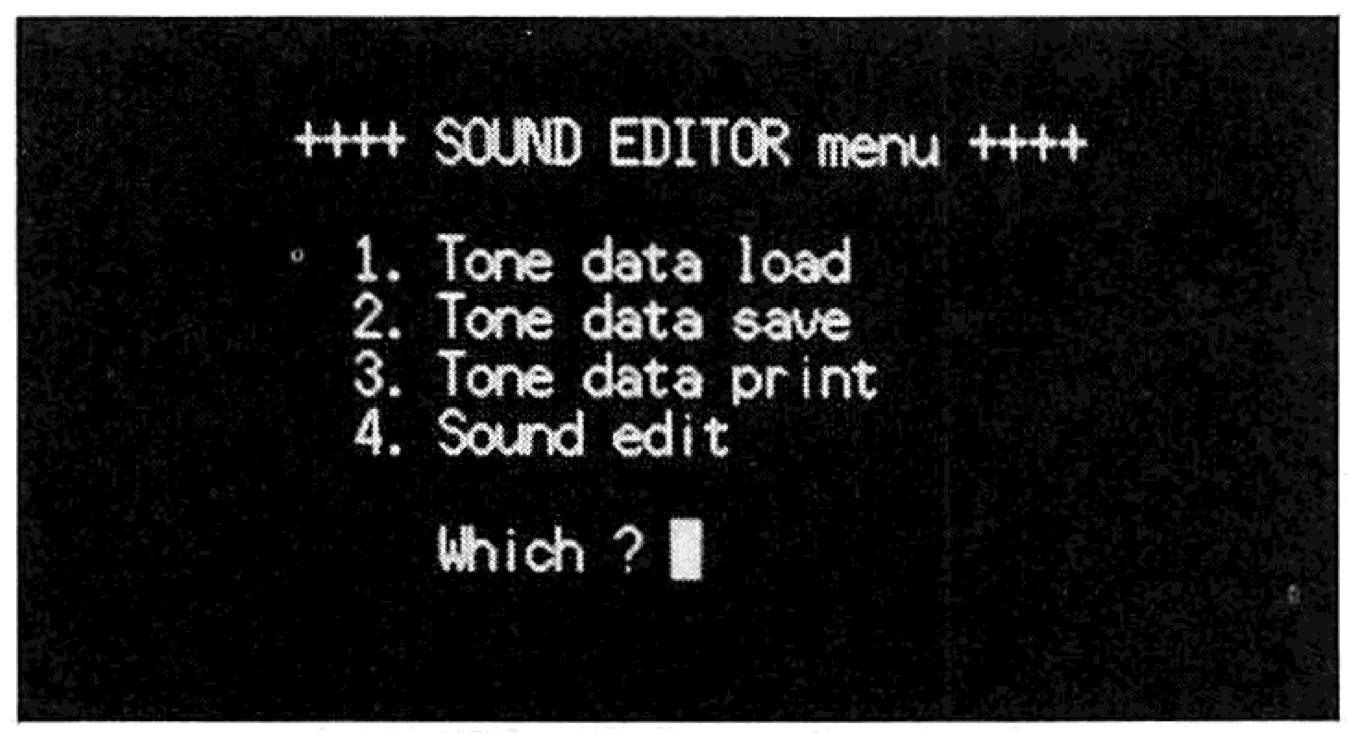


写真1.2　音色エディタの起動画面

***** ｵﾝｼｮｸ Editor (use CH.1) *****

ｵﾝｼｮｸ No.= 1	OP.1	OP.2	OP.3	OP.4
AR (Attack Rate)	30	30	30	30
DR (Decay Rate)	15	8	7	7
SR (Sustain Rate)	5	5	5	5
RR (Release Rate)	6	8	6	8
SL (Sustain Level)	13	13	13	13
OL (Output Level)	65	0	27	0
KS (Key Scale)	1	1	1	2
ML (Multiple)	15	2	2	2
DT (Detune)	0	3	-3	0
SE (SSG Envelop)	0	0	0	0
FB (Feed Back)	7	== ｷｬﾘｱ ==		
AL (Algorithm)	4	2	4	

[f.1] - [f.5]	ｵﾝｼｮｸ No. ﾍﾝｺｳ
[+] & [=]	ｵﾝｼｮｸ GET & PUT
[SHIFT] + [4]-[6]	ｵﾝｼｮｸ ｺﾝﾄﾛｰﾙ
[ｶﾅ]	ﾄﾞﾚﾐﾌｧｿﾗｼﾄﾞ(auto)
[ESC]	BASIC ﾍ ﾓﾄﾞﾙ

***** ｱｾﾝﾌﾞﾗﾖｳ ｵﾝｼｮｸ DATA *****

FM IC address	OP.1	OP.3	OP.2	OP.4
DT/ML (30H~)	15	82	50	2
OL (40H~)	65	27	0	0
KS/AR (50H~)	94	94	94	158
DR (60H~)	15	7	8	7
SR (70H~)	5	5	5	5
SL/RR (80H~)	214	214	216	216
SE (90H~)	0	0	0	0
FB/AL (B0H~)	60			

[CTRL] + [4]-[6]	ｵｸﾀｰﾌﾞ = 4

```
|A| |S| | |F| |G| | |J| |K| |L| | |:| |]|
Z   X   C   V   B   N   M   ,   .   /   □
```

図1.10　音色エディタの画面

f・1 〜 f・5
エディットする音色（1〜5）の選択
＋
音色データを退避する
＝
退避した音色データをもどす
SHIFT ＋ 4 〜 6
カーソルのある部分の数値を増減する
カナ
ドレミファソラシドを繰り返し演奏する
ESC
BASIC（MENU）へもどる

＋ と ＝ をうまく利用すれば、テスト的にエディットしたり、他のファイルへ音色データを移動することが可能です。また、カナ を押した状態でエディットすれば、音色の変化を即座に確認できます。

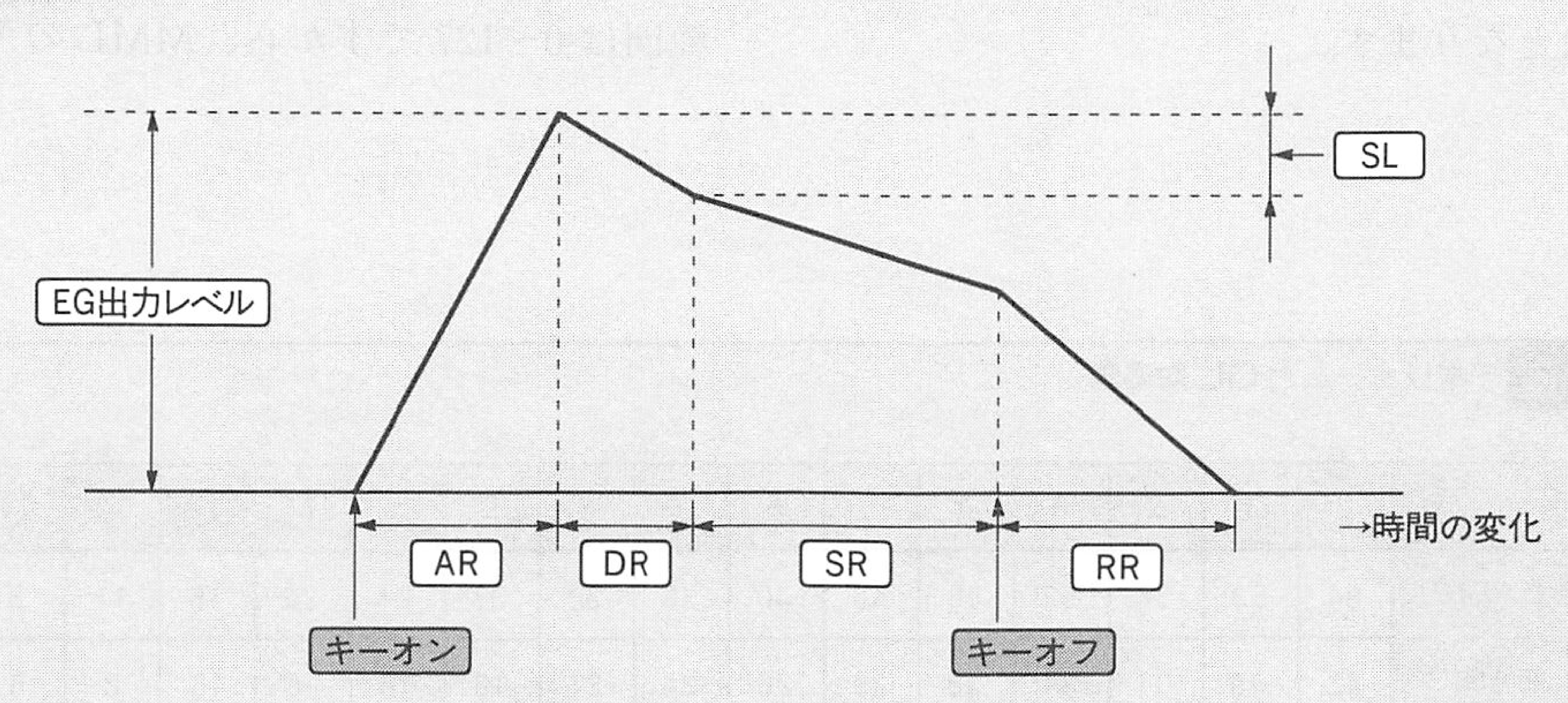
では、エディット可能な項目について、それぞれの内容を細かく解説することにしましょう。

これまで、音を出すときにキーオン、そして音を止めるときにはキーオフ、という感覚でプログラムを実行してきました。しかし、実際にはどうでしょうか。例えば、このエディタに初期設定してある5つの音色のうち1、4、5の音色については、キーボードを押し続けても、自然に音が聞こえなくなってしまいます。これは、音が立ち上がった後、音量が落ちるような音色だからです。このような音量の時間的変化のことをエンベロープといいます。エンベロープの形状を決定する要素を図1.11に示します。エンベロープの要素の大部分(SL以外)が「数値が大きくなるほど、図では幅が小さくなる」ことに注意してください。

・AR（Attack Rate）　0〜31

キーオンしてから、EG(Envelop Generator)出力レベルが最大になるまでの時間を決めるレートです。数値が大きいほど、立ち上がりが速くなります。

図1.11　エンベロープの要素



・DR（Decay Rate）　0～31

EG出力レベルが最大になってから、SLの分だけ減衰するまでの時間を決めるレートです。数値が大きいほど、速く減衰します。

・SR（Sustain Rate）　0～31

EG出力レベルが0になるまでの時間を決めるレートです。数値が大きいほど、速く減衰します。EG出力レベルが0になる前にキーオフがあった場合は、減衰のレートはRRに移行します。

・RR（Release Rate）　0～15

キーオフしてから、EG出力レベルが0になるまでの時間を決めるレートです。数値が大きいほど、速く減衰します。

・SL（Sustain Level）　0～15

DRの減衰量を意味します。数値が大きいほど、DRにおけるEG出力レベルの減衰量が大きくなります。

・OL（Output Level）　0～127

EG出力レベルの減衰量を示します。減衰量ですから、0のときにEG出力レベルは最大となります。

エンベロープは、これらのパラメータ・データを与えることにより、キーオンすると同時にEGによって作られます。

ここで、P25の図8を見てください。FM音源には8種類のアルゴリズムがあります。各アルゴリズムのなかで、最終的な音を出力するオペレータのことを**キャリア**といいます。これに対し、キャリアに波形を与えるオペレータのことを**モジュレータ**といいます。アルゴリズムによってキャリアの数が違うことがわかりますね。この音色エディタでは、アルゴリズムを変化させると、その右側にキャリアとなるオペレータの番号が表示されるようになっています。

キャリアのEG出力レベルは、そのまま音のボリュームとなります。したがって、FM音源のボリューム変更とは、キャリアとなるオペレータのOLの値を変更することです。BASICのMMLでは、ボリュームは0～15で指示するようになっていますが、それに対応するOLの値はROM BASICとDISK BASICでは**図1.12**のように同じではありません。

OLでコントロールできるボリュームの範囲は0～127ですから、MMLのVコマ

図1.12　ボリュームとOL対応表

OL ＼ V	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ROM BASIC	64	59	56	52	48	43	40	36	32	27	24	20	16	11	8	4
DISK BASIC	42	40	37	34	32	29	26	24	21	18	16	13	10	8	5	2

ンドでは、その半分も利用していないことがわかります。しかし、可聴音量という面から考えると、現状ではVコマンドによる範囲で十分だといえます。

では、音色を形成する残りの項目について、取りうる数値の範囲と内容を同じように見てみましょう。

・KS（Key Scale）　0〜3

音が高くなるほど、EGの変化速度を速めるようにするレートです。本物のピアノで、鍵盤の右端（最高音）と左端（最低音）を叩いてみれば、音程によるエンベロープの変化速度の違いはすぐ確認できるでしょう。

・ML（Multiple）　0〜15

F-Number（音程データ）とDTで得られる周波数情報に対して、それを何倍にするかを決めるものです。0のときは1/2となります。

・DT（Detune）　−3〜＋3

F-Number（音程データ）で指示される周波数を微妙にずらし、音色にうねりや深みを与えます。

・SE（SSG Envelop）　0〜15

SSG音源では、エンベロープの形状が最初から8種類用意されていますが、FM音源でもそれと同じ機能があります。SEの数値とエンベロープの関係は図1.13の通りですが、ビット3がこの既製のエンベロープを使用するか否かのフラグになっているため、0〜7の値は意味を持ちません。

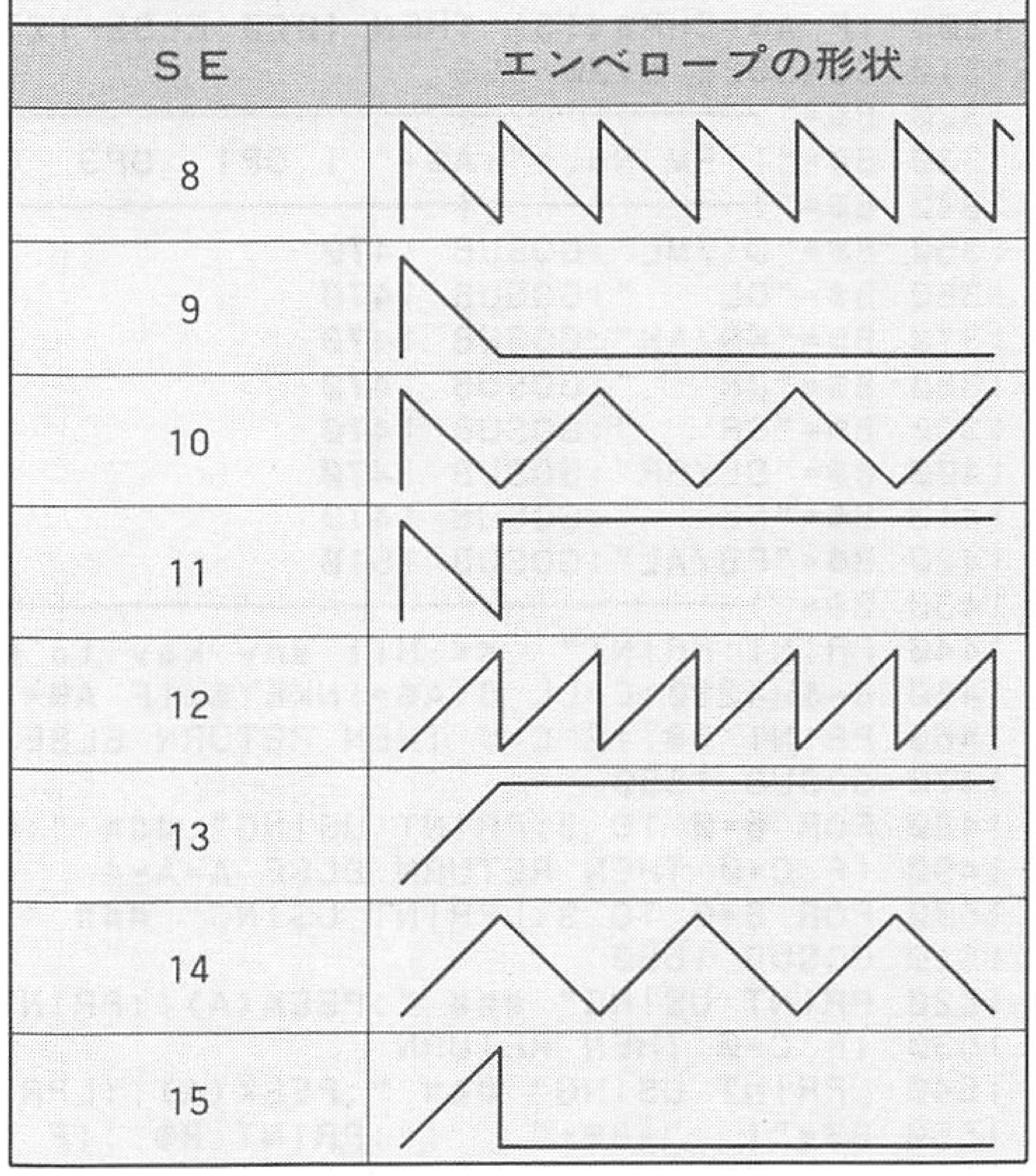
このエンベロープを使用するときの注意点としては、ARは31にしておかなければならないということです。

・FB（Self-Feedback）　0〜7

第1オペレータに対する変調度です。7で最大の4πとなり、以下、数が減るごとに1/2されていきます。ただし、0のときはOFFです。

まずは、あまり細かなことを考えずに、音色パラメータを変化させたり、画面右下のキーボードで遊んでみてください。それに飽きたら次へ進むことにしましょう。

図1.13　SSGタイプのエンベロープ



リスト 1.3　音色エディタ（BASIC 部）

```
1000 '
1010 CLEAR,&HB5FF:DEFINT A-Z
1020 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
1030 PRINT"++++ SOUND EDITOR menu ++++
1040 PRINT:PRINT"  1. Tone data load
1050 PRINT"  2. Tone data save
1060 PRINT"  3. Tone data print
1070 PRINT"  4. Sound edit
1080 PRINT:PRINT"      Which ? ";
1090 ON INSTR("1234",INPUT$(1)) GOTO 1100,1150,1210,1570:GOTO 1090
1100 CLS:CONSOLE 2,23:PRINT"=== Tone data / ﾛｰﾄﾞ ===":CLS
1110 INPUT"Load file name = ",A$
1120 IF A$="1" OR A$="2" THEN GOSUB 1200:GOTO 1110
1130 IF A$="" THEN 1020
1140 BLOAD A$:GOTO 1020
1150 CLS:CONSOLE 2,23:PRINT"=== Tone data (B800H~B890H) / ｾｰﾌﾞ ===":CLS
1160 INPUT"Save file name = ",A$
1170 IF A$="1" OR A$="2" THEN GOSUB 1200:GOTO 1160
1180 IF A$="" THEN 1020
1190 BSAVE A$,&HB800,&H91:GOTO 1020
1200 PRINT:FILES VAL(A$):RETURN
1210 CLS:CONSOLE 2,23:PRINT"=== Tone data print out ===
1220 CLS:PRINT"Tone No. (1~5) = ";
1230 A=&H4290:CALL A:A$=INKEY$:IF A$="" THEN 1230
1240 IF A$<"1" OR A$>"5" THEN 1220 ELSE CONSOLE 4,21
1250 PRINT A$:A=&HB800+(VAL(A$)-1)*29
1260 CONSOLE 4,21:PRINT:PRINT"(C) CRT or (P) PRINTER = ";
1270 B=&H4290:CALL B:B$=INKEY$:IF B$="" THEN 1270
1280 IF B$="C" OR B$="c" THEN PRINT"C":C=0:GOTO 1310
1290 IF B$="P" OR B$="p" THEN PRINT"P":C=1:GOTO 1310
1300 IF A$=CHR$(13) THEN 1020 ELSE 1270
1310 CONSOLE 5,20:CLS
1320 B$="┌────────┬────────────────────────────┐":GOSUB 1460
1330 B$="│ FM No.="+A$+" │ OP1  OP3  OP2  OP4 │":GOSUB 1460
1340 B$="├────────┼────────────────────────────┤":GOSUB 1460
1350 B$="DT/ML":GOSUB 1470
1360 B$="OL   ":GOSUB 1470
1370 B$="KS/AR":GOSUB 1470
1380 B$="DR   ":GOSUB 1470
1390 B$="SR   ":GOSUB 1470
1400 B$="SL/RR":GOSUB 1470
1410 B$="SE   ":GOSUB 1470
1420 B$="FB/AL":GOSUB 1510
1430 B$="└────────┴────────────────────────────┘":GOSUB 1460
1440 PRINT:PRINT"  << Hit any key to MENU >> ";
1450 B=&H4290:CALL B:A$=INKEY$:IF A$<>"" THEN 1020 ELSE 1450
1460 PRINT B$:IF C=0 THEN RETURN ELSE LPRINT B$:RETURN
1470 GOSUB 1550
1480 FOR B=0 TO 3:PRINT USING" ### ";PEEK(A);:A=A+1:NEXT:PRINT"│"
1490 IF C=0 THEN RETURN ELSE A=A-4
1500 FOR B=0 TO 3:LPRINT USING" ### ";PEEK(A);:A=A+1:NEXT:LPRINT"│":RETURN
1510 GOSUB 1550
1520 PRINT USING" ### ";PEEK(A);:PRINT SPC(15):PRINT"│"
1530 IF C=0 THEN RETURN
1540 LPRINT USING" ### ";PEEK(A);:LPRINT SPC(15):LPRINT"│":RETURN
1550 B$="│  "+B$+"   │":PRINT B$;:IF C=1 THEN LPRINT B$;
1560 RETURN
1570 LOCATE,,0:PRINT A:CLS:A=&HBA00:CALL A:LOCATE,,1:GOTO 1020
```

リスト 1.4 音色エディタ（マシン語部）

```
                      ORG     ØB7ØØH

B7ØØ ØØØØ6B7          DW      Ø,TMW6Ø        1/60秒割込みテーブル

B7Ø4 ØØ      COUNT:   DB      Ø              [カナ]キー用カウンタ
B7Ø5 ØØ      KEYDT:   DB      Ø              鍵盤入力用ワーク

B7Ø6 F3      TMW6Ø:   DI
B7Ø7 F5               PUSH    AF
B7Ø8 C5               PUSH    BC
B7Ø9 3AØ4B7           LD      A,(COUNT)
B7ØC 3C               INC     A
B7ØD 32Ø4B7           LD      (COUNT),A
B71Ø 3A22B9           LD      A,(KANAF)      1/60秒割込みルーチン
B713 B7               OR      A              ・[カナ]キー用カウンタを+1する
B714 2ØØ7             JR      NZ,TMW61       ・[カナ]が押されていなければ鍵盤入力を
B716 CD25B7           CALL    KBORD           チェックし、鍵盤入力用ワークにデータを入
B719 79               LD      A,C             れる
B71A 32Ø5B7           LD      (KEYDT),A      ・割込みレベルを2にする
B71D 3EØ2    TMW61:   LD      A,2
B71F D3E4             OUT     (ØE4H),A
B721 C1               POP     BC
B722 F1               POP     AF
B723 FB               EI
B724 C9               RET

B725 DBØ2    KBORD:   IN      A,(2)
B727 ØEØF             LD      C,15
B729 Ø7               RLCA
B72A DØ               RET     NC
B72B ØD               DEC     C
B72C Ø7               RLCA
B72D DØ               RET     NC
B72E Ø7               RLCA
B72F Ø7               RLCA
B73Ø ØEØ3             LD      C,3
B732 Ø7               RLCA
B733 DØ               RET     NC
B734 ØEØ5             LD      C,5
B736 Ø7               RLCA
B737 DØ               RET     NC
B738 ØEØC             LD      C,12
B73A Ø7               RLCA
B73B DØ               RET     NC
B73C DBØ3             IN      A,(3)
B73E Ø7               RLCA
B73F ØEØ6             LD      C,6
B741 Ø7               RLCA
B742 DØ               RET     NC
B743 ØC               INC     C
B744 Ø7               RLCA
B745 DØ               RET     NC
B746 ØE12             LD      C,18
```

```
B748 Ø7                RLCA
B749 DØ                RET    NC
B74A ØD                DEC    C
B74B Ø7                RLCA
B74C DØ                RET    NC
B74D ØD                DEC    C
B74E Ø7                RLCA
B74F DØ                RET    NC
B75Ø DBØ4              IN     A,(4)
B752 Ø7                RLCA
B753 ØEØ4              LD     C,4
B755 Ø7                RLCA
B756 DØ                RET    NC
B757 Ø7                RLCA
B758 Ø7                RLCA
B759 ØEØD              LD     C,13
B75B Ø7                RLCA
B75C DØ                RET    NC
B75D DBØ5              IN     A,(5)
B75F ØEØ2              LD     C,2
B761 ØF                RRCA
B762 DØ                RET    NC
B763 ØF                RRCA
B764 ØD                DEC    C
B765 ØF                RRCA
B766 DØ                RET    NC
B767 ØF                RRCA
B768 ØF                RRCA
B769 ØE14              LD     C,2Ø
B76B ØF                RRCA
B76C DØ                RET    NC
B76D DBØ7              IN     A,(7)
B76F Ø6Ø4              LD     B,4
B771 ØEØB              LD     C,11
B773 Ø7       KBODL:   RLCA
B774 DØ                RET    NC
B775 ØD                DEC    C
B776 1ØFB              DJNZ   KBODL
B778 Ø7                RLCA
B779 ØE13              LD     C,19
B77B Ø7                RLCA
B77C DØ                RET    NC
B77D ØEØØ              LD     C,Ø
B77F C9                RET
```

鍵盤入力チェックルーチン
入力なし………C＝0(C＝鍵盤番号となる)
[Z]………C＝1
[X]………C＝2
[C]………C＝3
[V]………C＝4
[B]………C＝5
[N]………C＝6
[M]………C＝7
[ネ]………C＝8
[ル]………C＝9
[メ]………C＝10
[ロ]………C＝11
[A]………C＝12
[S]………C＝13
[F]………C＝14
[G]………C＝15
[J]………C＝16
[K]………C＝17
[L]………C＝18
[ケ]………C＝19
[ム]………C＝20

```
                       ORG    ØB8ØØH

B8ØØ ØF5232Ø2 FMDØØ:   DB     15,82,5Ø,2
B8Ø4 411BØØØØ          DB     65,27,Ø,Ø
B8Ø8 5E5E5E9E          DB     94,94,94,158
B8ØC ØFØ7Ø8Ø7          DB     15,7,8,7
B81Ø Ø5Ø5Ø5Ø5          DB     5,5,5,5
B814 D6D6D8D8          DB     214,214,216,216
B818 ØØØØØØØØ          DB     Ø,Ø,Ø,Ø
B81C 3C                DB     6Ø
```

[f･1] 用音色データ
初期データ＝エレクトリックピアノ

```
B81D 72741412  FMDØ1:  DB    114,116,2Ø,18          [f・2]用音色データ
B821 1CØØØØØØ          DB    28,Ø,Ø,Ø               初期データ＝エレクトリックオルガン
B825 1F1D1D1D          DB    31,29,29,29
B829 14ØØØØØØ          DB    2Ø,Ø,Ø,Ø
B82D ØØØØØØØØ          DB    Ø,Ø,Ø,Ø
B831 48ØAØAØA          DB    72,1Ø,1Ø,1Ø
B835 ØØØØØØØØ          DB    Ø,Ø,Ø,Ø
B839 36                DB    54

B83A Ø1Ø6Ø4Ø4  FMDØ2:  DB    1,6,4,4                [f・3]用音色データ
B83E 1A21ØØØØ          DB    26,33,Ø,Ø              初期データ＝パイプオルガン
B842 1A1D1A1D          DB    26,29,26,29
B846 ØØØØØØØØ          DB    Ø,Ø,Ø,Ø
B84A ØØØØØØØØ          DB    Ø,Ø,Ø,Ø
B84E Ø5Ø5Ø8Ø8          DB    5,5,8,8
B852 ØØØØØØØØ          DB    Ø,Ø,Ø,Ø
B856 24                DB    36

B857 ØCØ2Ø4Ø4  FMDØ3:  DB    12,2,4,4               [f・4]用音色データ
B85B 21282BØØ          DB    33,4Ø,43,Ø             初期データ＝ハープシコード
B85F 5E5C5E5F          DB    94,92,94,95
B863 Ø5Ø5Ø5Ø9          DB    5,5,5,9
B867 Ø3Ø3Ø3Ø4          DB    3,3,3,4
B86B A777777A          DB    167,119,119,122
B86F ØØØØØØØØ          DB    Ø,Ø,Ø,Ø
B873 3B                DB    59

B874 ØCØ1Ø1Ø4  FMDØ4:  DB    12,1,1,4               [f・5]用音色データ
B878 231E27ØØ          DB    35,3Ø,39,Ø             初期データ＝クラビネット
B87C 5E5E5E9E          DB    94,94,94,158
B88Ø Ø5Ø7Ø6Ø6          DB    5,7,6,6
B884 Ø5Ø6Ø5Ø5          DB    5,6,5,5
B888 A757575A          DB    167,87,87,9Ø
B88C ØØØØØØØØ          DB    Ø,Ø,Ø,Ø
B89Ø 3B                DB    59

B891 ØF5232Ø2  FMGET:  DB    15,82,5Ø,2             [+]による音色データGETワーク
B895 411BØØØØ          DB    65,27,Ø,Ø              注：初期値として[f・1]のデータが入っている
B899 5E5E5E9E          DB    94,94,94,158
B89D ØFØ7Ø8Ø7          DB    15,7,8,7
B8A1 Ø5Ø5Ø5Ø5          DB    5,5,5,5
B8A5 D6D6D8D8          DB    214,214,216,216
B8A9 ØØØØØØØØ          DB    Ø,Ø,Ø,Ø
B8AD 3C                DB    6Ø

B8AE 46FE      SDATA:  DW    ØFE46H
B8BØ FEØ41Ø            DB    -2,4,1ØH
B8B3 49FE              DW    ØFE49H
B8B5 FEØ48F            DB    -2,4,8FH
B8B8 4CFE              DW    ØFE4CH
B8BA FFØ26A            DB    -1,2,6AH
B8BD 4FFE              DW    ØFE4FH
B8BF FFØ2B6            DB    -1,2,ØB6H
B8C2 52FE              DW    ØFE52H
B8C4 FFØ3ØB            DB    -1,3,ØBH
B8C7 55FE              DW    ØFE55H
```

```
B8C9 FFØ339              DB      -1,3,39H
B8CC 58FE                DW      ØFE58H
B8CE FFØ39E              DB      -1,3,9EH
B8D1 5BFE                DW      ØFE5BH
B8D3 FFØ41Ø              DB      -1,4,1ØH
B8D6 5EFE                DW      ØFE5EH
B8D8 FFØ48F              DB      -1,4,8FH
B8DB 61FE                DW      ØFE61H
B8DD ØØØ26A              DB      Ø,2,6AH
B8EØ 64FE                DW      ØFE64H
B8E2 ØØØ2B6              DB      Ø,2,ØB6H
B8E5 55FD                DW      ØFD55H
B8E7 FEØ3D5              DB      -2,3,ØD5H
B8EA 58FD                DW      ØFD58H
B8EC FEØ44E              DB      -2,4,4EH
B8EF 5EFD                DW      ØFD5EH
B8F1 FFØ28F              DB      -1,2,8FH
B8F4 61FD                DW      ØFD61H
B8F6 FFØ2DF              DB      -1,2,ØDFH
B8F9 67FD                DW      ØFD67H
B8FB FFØ36A              DB      -1,3,6AH
B8FE 6AFD                DW      ØFD6AH
B9ØØ FFØ3D5              DB      -1,3,ØD5H
B9Ø3 6DFD                DW      ØFD6DH
B9Ø5 FFØ44E              DB      -1,4,4EH
B9Ø8 73FD                DW      ØFD73H
B9ØA ØØØ28F              DB      Ø,2,8FH
B9ØD 76FD                DW      ØFD76H
B9ØF ØØØ2DF              DB      Ø,2,ØDFH
```

画面右下の鍵盤用データ。キー入力の番号順に5バイト1組となっている
内容
'.'を表示するTVアドレス(2バイト)。
最高部を0としたときのオクターブ差。
音色データ(2バイト)

```
B912 2Ø2Ø2Ø34   CARRI:   DB      '   4'
B916 2Ø32202Ø34          DB      ' 2 4'
B91A 2Ø323334            DB      ' 234'
B91E 31323334            DB      '1234'
```

キャリア表示用のテキスト画面データ

```
B922 ØØ         KANAF:   DB      Ø           0=[カナ]オフ、1〜7=[カナ]オン時のカウンタ
B923 Ø1         FWORK:   DB      1           ファンクションキー番号
B924 ØØ         KEYNO:   DB      Ø           音の出ている鍵盤番号(0=オフ)
B925 Ø4         OCTAV:   DB      4           オクターブ
B926 ØØ         EDITX:   DB      Ø           カーソル(X)
B927 ØØ         EDITY:   DB      Ø           カーソル(Y)
B928 ØØ         ETIME:   DB      Ø           カーソルウェイト用カウンタ
B929 ØØ         DGTPT:   DB      Ø           [+][=]の使用フラグ

                         ORG     ØBAØØH

BAØØ F3         START:   DI                  割込み禁止
BAØ1 ED73D4BA            LD      (BSCSP+1),SP   SP 退避
BAØ5 31ØØB7              LD      SP,ØB7ØØH   SP 設定
BAØ8 3EB7                LD      A,ØB7H      } 割込みベクトル変更
BAØA ED47                LD      I,A         }
BAØC 3EØ2                LD      A,2         }
BAØE D3E4                OUT     (ØE4H),A    } 割込みマスク、レベルを1/60秒用に設定
BA1Ø D3E6                OUT     (ØE6H),A    }
BA12 FB                  EI                  割込み許可
```

```
BA13 21C8F3           LD     HL,ØF3C8H       ┐
BA16 1156BF           LD     DE,TEXTØ        │
BA19 CD44BF           CALL   TXDIP           │ テキスト画面表示
BA1C 21F4F3           LD     HL,ØF3F4H       │
BA1F 1185C3           LD     DE,TEXT1        │
BA22 CD44BF           CALL   TXDIP           ┘
BA25 AF               XOR    A               ┐ (KANAF)のクリア
BA26 3222B9           LD     (KANAF),A       ┘
BA29 CD21BD           CALL   CHALL             音色設定と数字表示
BA2C CDD1BD           CALL   ATRBT             カーソル部を赤くする

BA2F DBØ9    SLOOP:   IN     A,(9)           ┐
BA31 Ø7               RLCA                   │ [ESC]が押されていれば TOBSC へ
BA32 D2DØBA           JP     NC,TOBSC        │
BA35 Ø7               RLCA                   ┘
BA36 Ø6Ø5             LD     B,5             ┐
BA38 Ø7      SLOPØ:   RLCA                   │ [f･1]～[f･5]が押されていれば FMCCG
BA39 D2E7BA           JP     NC,FMCCG        │ へ
BA3C 1ØFA             DJNZ   SLOPØ           ┘
BA3E DBØ1    SLOP1:   IN     A,(1)           ┐
BA4Ø CB5F             BIT    3,A             │ [+]が押されていれば DTGET へ
BA42 CAF6BA           JP     Z,DTGET         │ [=]が押されていれば DTPUT へ
BA45 CB67             BIT    4,A             │ どちらも押されていなければ(DGTPT)をクリ
BA47 CAØBBB           JP     Z,DTPUT         │ アする
BA4A AF               XOR    A               │
BA4B 3229B9           LD     (DGTPT),A       ┘

BA4E 3A28B9  SLOP2:   LD     A,(ETIME)       ┐ (ETIME)=1なら[2][4][6][8]のチェックを
BA51 3D               DEC    A               │ せずに CHANE へ
BA52 2853             JR     Z,CHANE         ┘
BA54 DBØ1             IN     A,(1)           ┐
BA56 Ø6ØØ             LD     B,Ø             │
BA58 ØEFF             LD     C,-1            │
BA5A ØF               RRCA                   │ B=0
BA5B 3Ø26             JR     NC,MEDIT        │ [8](C=−1) ┐
BA5D DBØØ             IN     A,(Ø)           │ [2](C=+1) ┘ が押されていれば MEDIT へ
BA5F ØEØ1             LD     C,1             │
BA61 CB57             BIT    2,A             │
BA63 281E             JR     Z,MEDIT         ┘
BA65 ØEØØ             LD     C,Ø             ┐
BA67 DBØØ             IN     A,(Ø)           │
BA69 Ø6FF             LD     B,-1            │ C=0
BA6B CB67             BIT    4,A             │ [4](B=−1) ┐
BA6D 28ØA             JR     Z,KEY46         │ [6](B=+1) ┘ が押されていれば KEY46 へ
BA6F Ø6Ø1             LD     B,1             │
BA71 CB77             BIT    6,A             │
BA73 28Ø4             JR     Z,KEY46         ┘
BA75 3EØ2             LD     A,2             ┐ (ETIME)用データを2にして CHANE へ
BA77 182E             JR     CHANE           ┘
BA79 DBØ8    KEY46:   IN     A,(8)           ┐
BA7B Ø7               RLCA                   │ [CTRL]が押されていれば CTRON へ
BA7C D22BBB           JP     NC,CTRON        │
BA7F Ø7               RLCA                   │ [SHIFT]が押されていれば SFTON へ
BA8Ø D25BBB           JP     NC,SFTON        ┘
BA83 3A26B9  MEDIT:   LD     A,(EDITX)       ┐
BA86 8Ø               ADD    A,B             │
```

65

BA87	FEØ4		CP	4	カーソルX、YをBCにより変化させ、MAXより大きい場合はSLOP3へ
BA89	3Ø1F		JR	NC,SLOP3	
BA8B	3226B9		LD	(EDITX),A	
BA8E	47		LD	B,A	
BA8F	3A27B9		LD	A,(EDITY)	
BA92	81		ADD	A,C	
BA93	FEØC		CP	12	
BA95	3Ø13		JR	NC,SLOP3	
BA97	3227B9		LD	(EDITY),A	
BA9A	CDD1BD		CALL	ATRBT	カーソル部を赤くする
BA9D	CD38BF		CALL	SBEEP	ピッ音
BAAØ	3A28B9	KMOVE:	LD	A,(ETIME)	(ETIME)=0ならSLOP3へ
BAA3	3D		DEC	A	
BAA4	FAAABA		JP	M,SLOP3	
BAA7	3228B9	CHANE:	LD	(ETIME),A	
BAAA	DBØ8	SLOP3:	IN	A,(8)	[カナ]が押されていればKANONへ
BAAC	CB6F		BIT	5,A	
BAAE	CA6CBC		JP	Z,KANON	
BAB1	AF		XOR	A	(KANAF)をクリア
BAB2	3222B9		LD	(KANAF),A	
BAB5	CD9FBC	CWAIT:	CALL	SDCHK	鍵盤入力による音出しのチェック
BAB8	3AØ4B7		LD	A,(COUNT)	[カナ]によるオートドレミ用ウェイト
BABB	FEØ6		CP	6	
BABD	38F6		JR	C,CWAIT	
BABF	AF		XOR	A	
BACØ	32Ø4B7		LD	(COUNT),A	
BAC3	3A22B9		LD	A,(KANAF)	
BAC6	3D		DEC	A	
BAC7	FA2FBA		JP	M,SLOOP	
BACA	3222B9		LD	(KANAF),A	
BACD	C32FBA		JP	SLOOP	
BADØ	CDDFBC	TOBSC:	CALL	KDOFF	
BAD3	31ØØØØ	BSCSP:	LD	SP,Ø	SPを元にもどす
BAD6	F3		DI		
BAD7	3EF3		LD	A,ØF3H	割込みベクトル 元にもどす
BAD9	ED47		LD	I,A	
BADB	3AC3E6		LD	A,(ØE6C3H)	割込みマスク 元にもどす
BADE	D3E4		OUT	(ØE4H),A	
BAEØ	3AØEEF		LD	A,(ØEFØEH)	割込みレベル 元にもどす
BAE3	D3E6		OUT	(ØE6H),A	
BAE5	FB		EI		
BAE6	C9		RET		BASICへもどる
BAE7	78	FMCCG:	LD	A,B	音色番号に変化があれば音色データの変更と画面に各データの表示を行う
BAE8	2123B9		LD	HL,FWORK	
BAEB	BE		CP	(HL)	
BAEC	CA3EBA		JP	Z,SLOP1	
BAEF	77		LD	(HL),A	
BAFØ	CD21BD		CALL	CHALL	
BAF3	C33EBA		JP	SLOP1	
BAF6	3A29B9	DTGET:	LD	A,(DGTPT)	(DGTPT)≠0ならSLOP2へ
BAF9	B7		OR	A	
BAFA	C24EBA		JP	NZ,SLOP2	

```
BAFD CDØ5BF             CALL   CHANO           エディット中の音色データアドレスから
BBØØ 2191B8             LD     HL,FMGET        FMGETにデータを転送
BBØ3 EB                 EX     DE,HL
BBØ4 Ø11DØØ             LD     BC,29
BBØ7 EDBØ               LDIR
BBØ9 1815               JR     DTPUØ           DTPU0へ

BBØB 3A29B9    DTPUT:   LD     A,(DGTPT)       (DGTPT)≠0ならSLOP2へ
BBØE B7                 OR     A
BBØF C24EBA             JP     NZ,SLOP2
BB12 CDØ5BF             CALL   CHANO           FMGETにある音色データをエディット中の音
BB15 2191B8             LD     HL,FMGET        色データアドレスに転送
BB18 Ø11DØØ             LD     BC,29
BB1B EDBØ               LDIR
BB1D CD21BD             CALL   CHALL           音色設定と数字表示
BB2Ø 3EØ1      DTPUØ:   LD     A,1             (DGTPT)=1とする
BB22 3229B9             LD     (DGTPT),A
BB25 CD38BF             CALL   SBEEP           ピッと鳴らしてSLOP2へ
BB28 C34EBA             JP     SLOP2

BB2B CD31BB    CTRON:   CALL   CTROS           オクターブの変更
BB2E C3AØBA             JP     KMOVE
BB31 3A25B9    CTROS:   LD     A,(OCTAV)
BB34 8Ø                 ADD    A,B
BB35 3D                 DEC    A
BB36 FEØ8               CP     8
BB38 DØ                 RET    NC
BB39 3C                 INC    A
BB3A 3225B9             LD     (OCTAV),A
BB3D C63Ø               ADD    A,3ØH
BB3F 3293FB             LD     (ØFB93H),A
BB42 C9                 RET

BB43 74BB89BB  SFJTB:   DW     SFXØØ,SFXØ1,SFXØ2   [SHIFT]キー用ジャンプテーブル
BB47 96BB
BB49 A3BBB8BB           DW     SFXØ3,SFXØ4,SFXØ5
BB4D D5BB
BB4F E2BBFBBB           DW     SFXØ6,SFXØ7,SFXØ8
BB53 1ØBC
BB55 2FBC3CBC           DW     SFXØ9,SFX1Ø,SFX11
BB59 57BC

BB5B CD61BB    SFTON:   CALL   SFTOS           IXにエディット中のオペレータのデータトッ
BB5E C3AØBA             JP     KMOVE           プアドレスを求め、カーソル(Y)に合わせ目的
BB61 CDØ4BD    SFTOS:   CALL   FMDIX           のルーチンをコールする。完了後(Bによるデー
BB64 3A27B9             LD     A,(EDITY)       タ変更)はKMOVEへ
BB67 2143BB             LD     HL,SFJTB
BB6A Ø7                 RLCA
BB6B 5F                 LD     E,A
BB6C 16ØØ               LD     D,Ø
BB6E 19                 ADD    HL,DE
BB6F 5E                 LD     E,(HL)
BB7Ø 23                 INC    HL
BB71 56                 LD     D,(HL)
BB72 EB                 EX     DE,HL
BB73 E9                 JP     (HL)
```

```
BB74 DD7EØ8    SFXØØ:  LD     A,(IX+8)       ┐
BB77 4F                LD     C,A            │
BB78 E61F              AND    ØØØ11111B      │
BB7A 8Ø                ADD    A,B            │
BB7B FE2Ø              CP     32             │
BB7D DØ                RET    NC             │
BB7E 47                LD     B,A            ├ ARの変更
BB7F 79                LD     A,C            │
BB8Ø E6CØ              AND    11ØØØØØØB      │
BB82 BØ                OR     B              │
BB83 DD77Ø8            LD     (IX+8),A       │
BB86 C321BD            JP     CHALL          ┘

BB89 DD7EØC    SFXØ1:  LD     A,(IX+12)      ┐
BB8C 8Ø                ADD    A,B            │
BB8D FE2Ø              CP     32             ├ DRの変更
BB8F DØ                RET    NC             │
BB9Ø DD77ØC            LD     (IX+12),A      │
BB93 C321BD            JP     CHALL          ┘

BB96 DD7E1Ø    SFXØ2:  LD     A,(IX+16)      ┐
BB99 8Ø                ADD    A,B            │
BB9A FE2Ø              CP     32             ├ SRの変更
BB9C DØ                RET    NC             │
BB9D DD771Ø            LD     (IX+16),A      │
BBAØ C321BD            JP     CHALL          ┘

BBA3 DD7E14    SFXØ3:  LD     A,(IX+2Ø)      ┐
BBA6 4F                LD     C,A            │
BBA7 E6ØF              AND    ØØØØ1111B      │
BBA9 8Ø                ADD    A,B            │
BBAA FE1Ø              CP     16             │
BBAC DØ                RET    NC             ├ RRの変更
BBAD 47                LD     B,A            │
BBAE 79                LD     A,C            │
BBAF E6FØ              AND    1111ØØØØB      │
BBB1 BØ                OR     B              │
BBB2 DD7714            LD     (IX+2Ø),A      │
BBB5 C321BD            JP     CHALL          ┘

BBB8 DD7E14    SFXØ4:  LD     A,(IX+2Ø)      ┐
BBBB 4F                LD     C,A            │
BBBC E6FØ              AND    1111ØØØØB      │
BBBE ØF                RRCA                  │
BBBF ØF                RRCA                  │
BBCØ ØF                RRCA                  │
BBC1 ØF                RRCA                  │
BBC2 8Ø                ADD    A,B            │
BBC3 FE1Ø              CP     16             │
BBC5 DØ                RET    NC             ├ SLの変更
BBC6 Ø7                RLCA                  │
BBC7 Ø7                RLCA                  │
BBC8 Ø7                RLCA                  │
BBC9 Ø7                RLCA                  │
BBCA 47                LD     B,A            │
BBCB 79                LD     A,C            │
```

```
BBCC E6ØF                AND     ØØØØ1111B
BBCE BØ                  OR      B
BBCF DD7714              LD      (IX+2Ø),A
BBD2 C321BD              JP      CHALL

BBD5 DD7EØ4     SFXØ5:   LD      A,(IX+4)
BBD8 8Ø                  ADD     A,B
BBD9 FE8Ø                CP      128          } OLの変更
BBDB DØ                  RET     NC
BBDC DD77Ø4              LD      (IX+4),A
BBDF C321BD              JP      CHALL

BBE2 DD7EØ8     SFXØ6:   LD      A,(IX+8)
BBE5 4F                  LD      C,A
BBE6 E6CØ                AND     11ØØØØØØB
BBE8 Ø7                  RLCA
BBE9 Ø7                  RLCA
BBEA 8Ø                  ADD     A,B
BBEB FEØ4                CP      4
BBED DØ                  RET     NC           } KSの変更
BBEE ØF                  RRCA
BBEF ØF                  RRCA
BBFØ 47                  LD      B,A
BBF1 79                  LD      A,C
BBF2 E61F                AND     ØØØ11111B
BBF4 BØ                  OR      B
BBF5 DD77Ø8              LD      (IX+8),A
BBF8 C321BD              JP      CHALL

BBFB DD7EØØ     SFXØ7:   LD      A,(IX+Ø)
BBFE 4F                  LD      C,A
BBFF E6ØF                AND     ØØØØ1111B
BCØ1 8Ø                  ADD     A,B
BCØ2 FE1Ø                CP      16
BCØ4 DØ                  RET     NC           } MLの変更
BCØ5 47                  LD      B,A
BCØ6 79                  LD      A,C
BCØ7 E67Ø                AND     Ø111ØØØØB
BCØ9 BØ                  OR      B
BCØA DD77ØØ              LD      (IX+Ø),A
BCØD C321BD              JP      CHALL

BC1Ø DD7EØØ     SFXØ8:   LD      A,(IX+Ø)
BC13 4F                  LD      C,A
BC14 E67Ø                AND     Ø111ØØØØB
BC16 ØF                  RRCA
BC17 ØF                  RRCA
BC18 ØF                  RRCA
BC19 ØF                  RRCA
BC1A 8Ø                  ADD     A,B
BC1B FEØ4                CP      4
BC1D C8                  RET     Z
BC1E E6Ø7                AND     ØØØØØ111B    } DTの変更
BC2Ø Ø7                  RLCA
BC21 Ø7                  RLCA
BC22 Ø7                  RLCA
```

```
BC23 Ø7                 RLCA
BC24 47                 LD      B,A
BC25 79                 LD      A,C
BC26 E6ØF               AND     ØØØØ1111B
BC28 BØ                 OR      B
BC29 DD77ØØ             LD      (IX+Ø),A
BC2C C321BD             JP      CHALL

BC2F DD7E18    SFXØ9:   LD      A,(IX+24)
BC32 8Ø                 ADD     A,B
BC33 FE1Ø               CP      16
BC35 DØ                 RET     NC              SE の変更
BC36 DD7718             LD      (IX+24),A
BC39 C321BD             JP      CHALL

BC3C DD7E1C    SFX1Ø:   LD      A,(IX+28)
BC3F 4F                 LD      C,A
BC4Ø E638               AND     ØØ111ØØØB
BC42 ØF                 RRCA
BC43 ØF                 RRCA
BC44 ØF                 RRCA
BC45 8Ø                 ADD     A,B
BC46 FEØ8               CP      8
BC48 DØ                 RET     NC
BC49 Ø7                 RLCA                    FB の変更
BC4A Ø7                 RLCA
BC4B Ø7                 RLCA
BC4C 47                 LD      B,A
BC4D 79                 LD      A,C
BC4E E6Ø7               AND     ØØØØØ111B
BC5Ø BØ                 OR      B
BC51 DD771C             LD      (IX+28),A
BC54 C321BD             JP      CHALL

BC57 DD7E1C    SFX11:   LD      A,(IX+28)
BC5A 4F                 LD      C,A
BC5B E6Ø7               AND     ØØØØØ111B
BC5D 8Ø                 ADD     A,B
BC5E FEØ8               CP      8
BC6Ø DØ                 RET     NC
BC61 47                 LD      B,A             AL の変更
BC62 79                 LD      A,C
BC63 E638               AND     ØØ111ØØØB
BC65 BØ                 OR      B
BC66 DD771C             LD      (IX+28),A
BC69 C321BD             JP      CHALL
BC6C CD72BC    KANON:   CALL    KANOS           [カナ] オン時の処理をし CWAIT へ
BC6F C3B5BA             JP      CWAIT
BC72 2122B9    KANOS:   LD      HL,KANAF
BC75 7E                 LD      A,(HL)
BC76 FEØ1               CP      1               (KANAF)=0 なら KANO1 へ
BC78 28Ø3               JR      Z,KANOØ         (KANAF)=1 なら KANO0 へ
BC7A 38ØF               JR      C,KANO1         それ以外は何もしない
BC7C C9                 RET
BC7D 3A24B9    KANOØ:   LD      A,(KEYNO)
BC8Ø Ø62Ø               LD      B,' '
```

```
BC82 CDF2BC            CALL   KDSET
BC85 AF                XOR    A
BC86 ØE28              LD     C,28H
BC88 C328BF            JP     OUT45
BC8B 36Ø7     KANO1:   LD     (HL),7
BC8D 3A24B9            LD     A,(KEYNO)
BC9Ø 3C                INC    A
BC91 FEØ3              CP     3
BC93 38Ø5              JR     C,KYNO3
BC95 FEØB              CP     11
BC97 DAB6BC            JP     C,FMSON
BC9A 3EØ3     KYNO3:   LD     A,3
BC9C C3B6BC            JP     FMSON

BC9F 3A22B9   SDCHK:   LD     A,(KANAF)
BCA2 B7                OR     A
BCA3 CØ                RET    NZ
BCA4 3AØ5B7            LD     A,(KEYDT)
BCA7 B7                OR     A
BCA8 2835              JR     Z,KDOFF
BCAA 5F                LD     E,A
BCAB 3A24B9            LD     A,(KEYNO)
BCAE BB                CP     E
BCAF C8                RET    Z
BCBØ CDDFBC            CALL   KDOFF
BCB3 3AØ5B7            LD     A,(KEYDT)
BCB6 3224B9   FMSON:   LD     (KEYNO),A
BCB9 Ø6A5              LD     B,'・'
BCBB CDF2BC            CALL   KDSET
BCBE 3A25B9            LD     A,(OCTAV)
BCC1 86                ADD    A,(HL)
BCC2 23                INC    HL
BCC3 47                LD     B,A
BCC4 CBØØ              RLC    B
BCC6 CBØØ              RLC    B
BCC8 CBØØ              RLC    B
BCCA 7E                LD     A,(HL)
BCCB 23                INC    HL
BCCC BØ                OR     B
BCCD ØEA4              LD     C,ØA4H
BCCF CD28BF            CALL   OUT45
BCD2 7E                LD     A,(HL)
BCD3 ØEAØ              LD     C,ØAØH
BCD5 CD28BF            CALL   OUT45
BCD8 3EFØ              LD     A,ØFØH
BCDA ØE28              LD     C,28H
BCDC C328BF            JP     OUT45

BCDF 3A24B9   KDOFF:   LD     A,(KEYNO)
BCE2 B7                OR     A
BCE3 C8                RET    Z
BCE4 Ø62Ø              LD     B,' '
BCE6 CDF2BC            CALL   KDSET
BCE9 AF                XOR    A
BCEA 3224B9            LD     (KEYNO),A
BCED ØE28              LD     C,28H
BCEF C328BF            JP     OUT45
```

BC82–BC88: 鍵盤マーク(･)を消し、チャンネル1をキーオフする

BC8B–BC9C: 鍵盤番号を+1しながら3〜10(ドレミファソラシド)の間でループさせ、その音を出す (KANAF)=7に設定

BC9F–BCA3: カナ が押されていればリターン

BCA4–BCAF: 鍵盤入力がなければKDOFFへ 押された鍵盤に変化がなければリターン

BCBØ–BCB3: 旧鍵盤の音／マーク(･)を消し、新しい音を出す

BCB6–BCDC: 新しい鍵盤番号をストアし、その位置にマーク(･)を表示する。そして、その音を指定のオクターブで出す

BCDF–BCEF: 鍵盤マーク(･)を消し、チャンネル1のキーオフをする

```
BCF2 5F          KDSET:  LD      E,A
BCF3 Ø7                  RLCA
BCF4 Ø7                  RLCA
BCF5 83                  ADD     A,E
BCF6 5F                  LD      E,A
BCF7 16ØØ                LD      D,Ø
BCF9 21A9B8              LD      HL,SDATA-5
BCFC 19                  ADD     HL,DE
BCFD 5E                  LD      E,(HL)
BCFE 23                  INC     HL
BCFF 56                  LD      D,(HL)
BDØØ 23                  INC     HL
BDØ1 78                  LD      A,B
BDØ2 12                  LD      (DE),A
BDØ3 C9                  RET
```

A(鍵盤番号)で示される鍵盤の位置(テキスト画面)にＢを表示する
注：B='.'または' '

```
BDØ4 CDØ5BF      FMDIX:  CALL    CHANO
BDØ7 D5                  PUSH    DE
BDØ8 DDE1                POP     IX
BDØA 3A27B9              LD      A,(EDITY)
BDØD FEØA                CP      1Ø
BDØF DØ                  RET     NC
BD1Ø 3A26B9              LD      A,(EDITX)
BD13 B7                  OR      A
BD14 C8                  RET     Z
BD15 DD23                INC     IX
BD17 FEØ2                CP      2
BD19 C8                  RET     Z
BD1A DD23                INC     IX
BD1C 3D                  DEC     A
BD1D C8                  RET     Z
BD1E DD23                INC     IX
BD2Ø C9                  RET
```

エディット中の音色データアドレスから、カーソル位置の示すオペレータのあるトップアドレスをIXに求める

```
BD21 CDØ5BF      CHALL:  CALL    CHANO
BD24 CD14BF              CALL    FCCHA
```

エディット中の音色データにより音色を設定する

```
BD27 CDØ5BF      DPALL:  CALL    CHANO
BD2A DD21Ø7F9            LD      IX,ØF5BFH+12Ø*7
BD2E CDØ7BE              CALL    DTYPØ
BD31 DD2117F8            LD      IX,ØF5BFH+12Ø*5
BD35 CD3EBE              CALL    DTYP1
BD38 DD21BFF5            LD      IX,ØF5BFH
BD3C CD54BE              CALL    DTYP2
BD3F DD2137F6            LD      IX,ØF5BFH+12Ø
BD43 CD3EBE              CALL    DTYP1
BD46 DD21AFF6            LD      IX,ØF5BFH+12Ø*2
BD4A CD3EBE              CALL    DTYP1
BD4D DD2127F7            LD      IX,ØF5BFH+12Ø*3
BD51 CD83BE              CALL    DTYP3
BD54 DD21F7F9            LD      IX,ØF5BFH+12Ø*9
BD58 CD3EBE              CALL    DTYP1
BD5B DD21E7FA            LD      IX,ØF5BFH+12Ø*11
BD5F 1A                  LD      A,(DE)
BD6Ø E638                AND     ØØ111ØØØB
BD62 ØF                  RRCA
BD63 ØF                  RRCA
```

画面左側のエディット用音色データの各数字を表示

```
BD64 ØF                RRCA
BD65 CDB8BE            CALL    SUUJI
BD68 DD215FFB          LD      IX,ØF5BFH+12Ø*12
BD6C 1A                LD      A,(DE)
BD6D E6Ø7              AND     ØØØØØ111B
BD6F F5                PUSH    AF
BD7Ø CDB8BE            CALL    SUUJI
BD73 F1                POP     AF
BD74 2112B9            LD      HL,CARRI
BD77 FEØ4              CP      4
BD79 38ØF              JR      C,CARDI
BD7B 2116B9            LD      HL,CARRI+4
BD7E 28ØA              JR      Z,CARDI
BD8Ø 211AB9            LD      HL,CARRI+8
BD83 FEØ7              CP      7
BD85 38Ø3              JR      C,CARDI
BD87 211EB9            LD      HL,CARRI+12     キャリアとなるオペレータ番号の表示
BD8A Ø6Ø4    CARDI:    LD      B,4
BD8C 7E      CARDL:    LD      A,(HL)
BD8D DD77Ø1            LD      (IX+1),A
BD9Ø 23                INC     HL
BD91 DD23              INC     IX
BD93 DD23              INC     IX
BD95 DD23              INC     IX
BD97 1ØF3              DJNZ    CARDL
BD99 CDØ5BF            CALL    CHANO
BD9C DD21E4F5          LD      IX,ØF5E4H
BDAØ ØEØ7              LD      C,7
BDA2 Ø6Ø4    DPALØ:    LD      B,4
BDA4 1A      DPAL1:    LD      A,(DE)
BDA5 13                INC     DE
BDA6 CDB8BE            CALL    SUUJI
BDA9 1ØF9              DJNZ    DPAL1
BDAB D9                EXX
BDAC 1164ØØ            LD      DE,1ØØ          画面右上のアセンブラ用音色データの各数字を
BDAF DD19              ADD     IX,DE           表示
BDB1 D9                EXX
BDB2 ØD                DEC     C
BDB3 2ØED              JR      NZ,DPALØ
BDB5 D9                EXX
BDB6 1178ØØ            LD      DE,12Ø
BDB9 DD19              ADD     IX,DE
BDBB D9                EXX
BDBC 1A                LD      A,(DE)
BDBD CDB8BE            CALL    SUUJI
BDCØ 3A23B9            LD      A,(FWORK)
BDC3 C63Ø              ADD     A,3ØH           エディット中の音色番号(1〜5)を表示
BDC5 32C8F4            LD      (ØF4C8H),A
BDC8 3A25B9            LD      A,(OCTAV)
BDCB C63Ø              ADD     A,3ØH           オクターブの表示
BDCD 3293FB            LD      (ØFB93H),A
BDDØ C9                RET

BDD1 21FBF5  ATRBT:    LD      HL,ØF5F8H+3
BDD4 1178ØØ            LD      DE,12Ø
BDD7 Ø6ØD              LD      B,13
```

```
BDD9 36E8     ATRBØ:  LD     (HL),ØE8H
BDDB 19               ADD    HL,DE
BDDC 1ØFB             DJNZ   ATRBØ
BDDE 3A26B9           LD     A,(EDITX)
BDE1 4F               LD     C,A
BDE2 3A27B9           LD     A,(EDITY)
BDE5 47               LD     B,A
BDE6 FEØA             CP     1Ø
BDE8 38Ø3             JR     C,ATRB1
BDEA ØEØØ             LD     C,Ø
BDEC Ø4               INC    B
BDED Ø4       ATRB1:  INC    B
BDEE 218ØF5           LD     HL,ØF5F8H-12Ø
BDF1 1178ØØ           LD     DE,12Ø
BDF4 19       ATRB2:  ADD    HL,DE
BDF5 1ØFD             DJNZ   ATRB2
BDF7 79               LD     A,C
BDF8 Ø7               RLCA
BDF9 Ø7               RLCA
BDFA 81               ADD    A,C
BDFB C616             ADD    A,22
BDFD 77               LD     (HL),A
BDFE 23               INC    HL
BDFF 23               INC    HL
BEØØ C6Ø4             ADD    A,4
BEØ2 77               LD     (HL),A
BEØ3 23               INC    HL
BEØ4 3648             LD     (HL),48H
BEØ6 C9               RET

BEØ7 1A       DTYPØ:  LD     A,(DE)
BEØ8 CD1EBE           CALL   DPSUØ
BEØB 13               INC    DE
BEØC 13               INC    DE
BEØD 1A               LD     A,(DE)
BEØE CD1EBE           CALL   DPSUØ
BE11 1B               DEC    DE
BE12 1A               LD     A,(DE)
BE13 CD1EBE           CALL   DPSUØ
BE16 13               INC    DE
BE17 13               INC    DE
BE18 1A               LD     A,(DE)
BE19 CD1EBE           CALL   DPSUØ
BE1C 13               INC    DE
BE1D C9               RET
BE1E F5       DPSUØ:  PUSH   AF
BE1F E6ØF             AND    ØØØØ1111B
BE21 CDB8BE           CALL   SUUJI
BE24 F1               POP    AF
BE25 DDE5             PUSH   IX
BE27 Ø173ØØ           LD     BC,115
BE2A DDØ9             ADD    IX,BC
BE2C E67Ø             AND    Ø111ØØØØB
BE2E ØF               RRCA
BE2F ØF               RRCA
BE3Ø ØF               RRCA
```

(BDD9–BEØ6) (EDITX)(EDITY)で示されるカーソルの部分を赤くする
注：アトリビュートの変更による

(BEØ7–BE1D) ML／DT 用数字表示ルーチン

(BE1E–) A の値の下位４ビットを 10 進にて表示し、下の行にビット４、５、６を符号付きで表示する

```
BE31 ØF                RRCA
BE32 CB57              BIT     2,A
BE34 28Ø2              JR      Z,DTPLS
BE36 F6F8              OR      11111ØØØB
BE38 CDB4BE   DTPLS:   CALL    SUUPM
BE3B DDE1              POP     IX
BE3D C9                RET

BE3E 1A       DTYP1:   LD      A,(DE)
BE3F 13                INC     DE
BE4Ø 13                INC     DE
BE41 CDB8BE            CALL    SUUJI
BE44 1A                LD      A,(DE)
BE45 1B                DEC     DE
BE46 CDB8BE            CALL    SUUJI
BE49 1A                LD      A,(DE)
BE4A 13                INC     DE
BE4B 13                INC     DE
BE4C CDB8BE            CALL    SUUJI
BE4F 1A                LD      A,(DE)
BE5Ø 13                INC     DE
BE51 C3B8BE            JP      SUUJI

BE54 1A       DTYP2:   LD      A,(DE)
BE55 CD6BBE            CALL    DPSU2
BE58 13                INC     DE
BE59 13                INC     DE
BE5A 1A                LD      A,(DE)
BE5B CD6BBE            CALL    DPSU2
BE5E 1B                DEC     DE
BE5F 1A                LD      A,(DE)
BE6Ø CD6BBE            CALL    DPSU2
BE63 13                INC     DE
BE64 13                INC     DE
BE65 1A                LD      A,(DE)
BE66 CD6BBE            CALL    DPSU2
BE69 13                INC     DE
BE6A C9                RET

BE6B F5       DPSU2:   PUSH    AF
BE6C E61F              AND     ØØØ11111B
BE6E CDB8BE            CALL    SUUJI
BE71 F1                POP     AF
BE72 DDE5              PUSH    IX
BE74 Ø1CBØ2            LD      BC,715
BE77 DDØ9              ADD     IX,BC
BE79 E6CØ              AND     11ØØØØØØB
BE7B Ø7                RLCA
BE7C Ø7                RLCA
BE7D CDB8BE            CALL    SUUJI
BE8Ø DDE1              POP     IX
BE82 C9                RET

BE83 1A       DTYP3:   LD      A,(DE)
BE84 CD9ABE            CALL    DPSU3
BE87 13                INC     DE
```

BE3E–BE51: OL、DR、SR、SE 用数字表示ルーチン

BE54–BE6A: AR／KS 用数字表示ルーチン

BE6B–BE82: A の値の下位 5 ビットを 10 進にて表示し、6 行下に上位 2 ビットを 10 進にて表示する

```
BE88 13                  INC     DE
BE89 1A                  LD      A,(DE)
BE8A CD9ABE              CALL    DPSU3
BE8D 1B                  DEC     DE
BE8E 1A                  LD      A,(DE)       } RR／SL 用数字表示ルーチン
BE8F CD9ABE              CALL    DPSU3
BE92 13                  INC     DE
BE93 13                  INC     DE
BE94 1A                  LD      A,(DE)
BE95 CD9ABE              CALL    DPSU3
BE98 13                  INC     DE
BE99 C9                  RET

BE9A F5         DPSU3:   PUSH    AF
BE9B E60F                AND     00001111B
BE9D CDB8BE              CALL    SUUJI
BEA0 F1                  POP     AF
BEA1 DDE5                PUSH    IX
BEA3 017300              LD      BC,115
BEA6 DD09                ADD     IX,BC
BEA8 E6F0                AND     11110000B    } Aの値の下位4ビットを10進にて表示し、下の
BEAA 0F                  RRCA                   行に上位4ビットを10進にて表示する
BEAB 0F                  RRCA
BEAC 0F                  RRCA
BEAD 0F                  RRCA
BEAE CDB8BE              CALL    SUUJI
BEB1 DDE1                POP     IX
BEB3 C9                  RET

BEB4 CB7F       SUUPM:   BIT     7,A          } マイナス(－)表示ありの数字表示ルーチン
BEB6 2033                JR      NZ,MINUS
BEB8 D9         SUUJI:   EXX
BEB9 012000              LD      BC,20H
BEBC FE64                CP      100
BEBE 380C                JR      C,SUUJ0
BEC0 D664                SUB     100
BEC2 013001              LD      BC,130H
BEC5 FE64                CP      100
BEC7 3803                JR      C,SUUJ0
BEC9 04                  INC     B
BECA D664                SUB     100
BECC 5F         SUUJ0:   LD      E,A
BECD 78                  LD      A,B
BECE 81                  ADD     A,C
BECF DD7700              LD      (IX+0),A
BED2 7B                  LD      A,E
BED3 0600                LD      B,0
BED5 D60A       SUUJ1:   SUB     10
BED7 3805                JR      C,SUUJ2
BED9 0E30                LD      C,30H        } Aの値をIXで示されるアドレスから10進に変
BEDB 04                  INC     B              換して表示する
BEDC 18F7                JR      SUUJ1          注：IXは+5される
BEDE C63A       SUUJ2:   ADD     A,10+30H          裏レジスタを使用
BEE0 DD7702              LD      (IX+2),A
BEE3 78                  LD      A,B
BEE4 81                  ADD     A,C
```

```
BEE5 DD77Ø1              LD     (IX+1),A
BEE8 D9                  EXX
BEE9 18ØF                JR     ICIX5
BEEB ED44       MINUS:   NEG
BEED C63Ø                ADD    A,3ØH
BEEF DD36ØØ2Ø            LD     (IX+Ø),' '
BEF3 DD36Ø12D            LD     (IX+1),'-'
BEF7 DD77Ø2              LD     (IX+2),A
BEFA DD23       ICIX5:   INC    IX
BEFC DD23                INC    IX
BEFE DD23                INC    IX
BFØØ DD23                INC    IX
BFØ2 DD23                INC    IX
BFØ4 C9                  RET
```

```
BFØ5 21E3B7     CHANO:   LD     HL,FMDØØ-29
BFØ8 3A23B9              LD     A,(FWORK)
BFØB 111DØØ              LD     DE,29
BFØE 19         CHANL:   ADD    HL,DE
BFØF 3D                  DEC    A
BF1Ø 2ØFC                JR     NZ,CHANL
BF12 EB                  EX     DE,HL
BF13 C9                  RET
```

DEにエディット中の音色データアドレスを求める

```
BF14 ØE3Ø       FCCHA:   LD     C,3ØH
BF16 Ø61C                LD     B,28
BF18 1A         FCCHL:   LD     A,(DE)
BF19 CD28BF              CALL   OUT45
BF1C 13                  INC    DE
BF1D ØC                  INC    C
BF1E ØC                  INC    C
BF1F ØC                  INC    C
BF2Ø ØC                  INC    C
BF21 1ØF5                DJNZ   FCCHL
BF23 3E1Ø                LD     A,1ØH
BF25 81                  ADD    A,C
BF26 4F                  LD     C,A
BF27 1A                  LD     A,(DE)
```

DEで示されるアドレスにある音色データを、FM音源ICチャンネル1の各アドレスに送る

```
BF28 F5         OUT45:   PUSH   AF
BF29 DB44       O45PØ:   IN     A,(44H)
BF2B Ø7                  RLCA
BF2C 38FB                JR     C,O45PØ
BF2E 79                  LD     A,C
BF2F D344                OUT    (44H),A
BF31 3AØØØØ              LD     A,(Ø)
BF34 F1                  POP    AF
BF35 D345                OUT    (45H),A
BF37 C9                  RET
```

FM音源ICアドレス(C)にAの値を送る

```
BF38 3E2Ø       SBEEP:   LD     A,2ØH
BF3A D34Ø                OUT    (4ØH),A
BF3C 1ØFE       SBEPL:   DJNZ   SBEPL
BF3E 3D                  DEC    A
BF3F 2ØFB                JR     NZ,SBEPL
BF41 D34Ø                OUT    (4ØH),A
BF43 C9                  RET
```

ピッと鳴らす

```
BF44 Ø178ØØ     TXDIP:  LD      BC,12Ø
BF47 1A         TXDLP:  LD      A,(DE)
BF48 13                 INC     DE
BF49 FEØ1               CP      1
BF4B D8                 RET     C
BF4C 28Ø5               JR      Z,NEXTL
BF4E 77                 LD      (HL),A
BF4F 23                 INC     HL
BF5Ø ØB                 DEC     BC
BF51 18F4               JR      TXDLP
BF53 Ø9         NEXTL:  ADD     HL,BC
BF54 18EE               JR      TXDIP
```

DE で示されるテキストデータを HL で示される TV アドレスに展開する
(1=改行サイン、0=エンドサイン)

```
BF56 2Ø2Ø2Ø2A   TEXTØ:  DB      '    ***** ｵﾝｼｮｸ Editor (use CH.1) *****',1
BF5A 2A2A2A2A
BF5E 2ØB5DDBC
BF62 AEB82Ø45
BF66 6469746F
BF6A 72202875
BF6E 7365204З
BF72 482E3129
BF76 2Ø2A2A2A
BF7A 2A2AØ1
BF7D 98959595           DB      '┌────────────────────────┬─────┬─────┬─────┬─────┐',1
BF81 95959595
BF85 95959595
BF89 95959595
BF8D 95959595
BF91 95919595
BF95 95959195
BF99 95959591
BF9D 95959595
BFA1 91959595
BFA5 9599Ø1
BFA8 962Ø2Ø2Ø           DB      '│    ｵﾝｼｮｸ No.=       │OP.1│OP.2│OP.3│OP.4│',1
BFAC 2ØB5DDBC
BFBØ AEB82Ø4E
BFB4 6F2E3D2Ø
BFB8 2Ø2Ø2Ø2Ø
BFBC 2Ø964F5Ø
BFCØ 2E31964F
BFC4 5Ø2E3296
BFC8 4F5Ø2E33
BFCC 964F5Ø2E
BFDØ 3496Ø1
BFD3 93959595           DB      '├────────────────────────┼─────┼─────┼─────┼─────┤',1
BFD7 95959595
BFDB 95959595
BFDF 95959595
BFE3 95959595
BFE7 958F9595
BFEB 95958F95
BFEF 9595958F
BFF3 95959595
BFF7 8F959595
BFFB 95922Ø1
```

```
BFFE 96204152        DB     '| AR (Attack Rate)   |    |    |    |    |',1
C002 20284174
C006 7461636B
C00A 20526174
C00E 65292020
C012 20962020
C016 20209620
C01A 20202096
C01E 20202020
C022 96202020
C026 209601
C029 96204452        DB     '| DR (Decay Rate)    |    |    |    |    |',1
C02D 20284465
C031 63617920
C035 52617465
C039 29202020
C03D 20962020
C041 20209620
C045 20202096
C049 20202020
C04D 96202020
C051 209601
C054 96205352        DB     '| SR (Sustain Rate)  |    |    |    |    |',1
C058 20285375
C05C 73746169
C060 6E205261
C064 74652920
C068 20962020
C06C 20209620
C070 20202096
C074 20202020
C078 96202020
C07C 209601
C07F 96205252        DB     '| RR (Release Rate)  |    |    |    |    |',1
C083 20285265
C087 6C656173
C08B 65205261
C08F 74652920
C093 20962020
C097 20209620
C09B 20202096
C09F 20202020
C0A3 96202020
C0A7 209601
C0AA 9620534C        DB     '| SL (Sustain Level) |    |    |    |    |',1
C0AE 20285375
C0B2 73746169
C0B6 6E204C65
C0BA 76656C29
C0BE 20962020
C0C2 20209620
C0C6 20202096
C0CA 20202020
C0CE 96202020
C0D2 209601
C0D5 96204F4C        DB     '| OL (Output Level)  |    |    |    |    |',1
C0D9 20284F75
```

```
CØDD 74707574
CØE1 2Ø4C6576
CØE5 656C292Ø
CØE9 2Ø96202Ø
CØED 2Ø2Ø962Ø
CØF1 2Ø2Ø2Ø96
CØF5 2Ø2Ø2Ø2Ø
CØF9 962Ø2Ø2Ø
CØFD 2Ø96Ø1
C1ØØ 962Ø4B53        DB    '| KS (Key Scale)     |    |    |    |    |',1
C1Ø4 2Ø284B65
C1Ø8 792Ø5363
C1ØC 616C6529
C11Ø 2Ø2Ø2Ø2Ø
C114 2Ø962Ø2Ø
C118 2Ø2Ø962Ø
C11C 2Ø2Ø2Ø96
C12Ø 2Ø2Ø2Ø2Ø
C124 962Ø2Ø2Ø
C128 2Ø96Ø1
C12B 962Ø4D4C        DB    '| ML (Multiple)      |    |    |    |    |',1
C12F 2Ø284D75
C133 6C74697Ø
C137 6C65292Ø
C13B 2Ø2Ø2Ø2Ø
C13F 2Ø962Ø2Ø
C143 2Ø2Ø962Ø
C147 2Ø2Ø2Ø96
C14B 2Ø2Ø2Ø2Ø
C14F 962Ø2Ø2Ø
C153 2Ø96Ø1
C156 962Ø4454        DB    '| DT (Detune)        |    |    |    |    |',1
C15A 2Ø284465
C15E 74756E65
C162 292Ø2Ø2Ø
C166 2Ø2Ø2Ø2Ø
C16A 2Ø962Ø2Ø
C16E 2Ø2Ø962Ø
C172 2Ø2Ø2Ø96
C176 2Ø2Ø2Ø2Ø
C17A 962Ø2Ø2Ø
C17E 2Ø96Ø1
C181 962Ø5345        DB    '| SE (SSG Envelop)   |    |    |    |    |',1
C185 2Ø285353
C189 472Ø456E
C18D 76656C6F
C191 7Ø292Ø2Ø
C195 2Ø962Ø2Ø
C199 2Ø2Ø962Ø
C19D 2Ø2Ø2Ø96
C1A1 2Ø2Ø2Ø2Ø
C1A5 962Ø2Ø2Ø
C1A9 2Ø96Ø1
C1AC 93959595        DB    '├────────────────────┼────┼────┴────┴────┤',1
C1BØ 95959595
C1B4 95959595
C1B8 95959595
```

```
C1BC 95959595
C1C0 958F9595
C1C4 95958F95
C1C8 95959590
C1CC 95959595
C1D0 90959595
C1D4 959201
C1D7 96204642          DB    '| FB (Feed Back)      |   |  == ｷｬﾘｱ ==   |',1
C1DB 20284665
C1DF 65642042
C1E3 61636B29
C1E7 20202020
C1EB 20962020
C1EF 20209620
C1F3 203D3D20
C1F7 B7ACD8B1
C1FB 203D3D20
C1FF 209601
C202 9620414C          DB    '| AL (Algorithm)      |   |  1   2   3   4  |',1
C206 2028416C
C20A 676F7269
C20E 74686D29
C212 20202020
C216 20962020
C21A 20209620
C21E 20312020
C222 32202033
C226 20203420
C22A 209601
C22D 9A959595          DB    '└─────────────────────┴───┴─────────────────┘',1
C231 95959595
C235 95959595
C239 95959595
C23D 95959595
C241 95909595
C245 95959095
C249 95959595
C24D 95959595
C251 95959595
C255 959B01
C258 98959595          DB    '┌─────────────────────┬─────────────────────┐',1
C25C 95959595
C260 95959595
C264 95959595
C268 95959595
C26C 95919595
C270 95959595
C274 95959595
C278 95959595
C27C 95959595
C280 959901
C283 96205B66          DB    '| [f.1] - [f.5]       | ｵﾝｼｮｸ No. ﾍﾝｺｳ      |',1
C287 2E315D20
C28B B0205B66
C28F 2E355D20
C293 20202020
C297 209620B5
```

```
C29B DDBCAEB8
C29F 204E6F2E
C2A3 20CDDDBA
C2A7 B3202020
C2AB 209601
C2AE 96205B20          DB     '| [ + ] & [ = ]        | ｵﾝｼｮｸ GET & PUT    |',1
C2B2 2B205D20
C2B6 26205B20
C2BA 3D205D20
C2BE 20202020
C2C2 209620B5
C2C6 DDBCAEB8
C2CA 20474554
C2CE 20262050
C2D2 55542020
C2D6 209601
C2D9 96205B53          DB     '| [SHIFT] + [4]-[6]   | ｵﾝｼｮｸ ｺﾝﾄﾛｰﾙ       |',1
C2DD 48494654
C2E1 5D202B20
C2E5 5B345DB0
C2E9 5B365D20
C2ED 209620B5
C2F1 DDBCAEB8
C2F5 20BADDC4
C2F9 DBB0D920
C2FD 20202020
C301 209601
C304 96205BB6          DB     '| [ｶ ﾅ]                | ﾄﾞﾚﾐﾌｧｿﾗｼﾄﾞ(auto) |',1
C308 20C55D20
C30C 20202020
C310 20202020
C314 20202020
C318 209620C4
C31C DEDAD0CC
C320 A7BFD7BC
C324 C4DE2861
C328 75746F29
C32C 209601
C32F 96205B45          DB     '| [ESC]                | BASIC ﾍ ﾓﾄﾞﾙ       |',1
C333 53435D20
C337 20202020
C33B 20202020
C33F 20202020
C343 20962042
C347 41534943
C34B 20CD20D3
C34F C4DED920
C353 20202020
C357 209601
C35A 9A959595          DB     '└───────────────────────┴────────────────────┘',0
C35E 95959595
C362 95959595
C366 95959595
C36A 95959595
C36E 95909595
C372 95959595
C376 95959595
```

```
C37A 95959595
C37E 95959595
C382 959B00

C385 20202A2A  TEXT1:  DB      '  *****  ｱｾﾝﾌﾞﾗﾖｳ ｵﾝｼｮｸ DATA *****',1
C389 2A2A2A20
C38D B1BEDDCC
C391 DED7D6B3
C395 20B5DDBC
C399 AEB82044
C39D 41544120
C3A1 2A2A2A2A
C3A5 2A01
C3A7 98959595          DB      '┌───────────┬───┬───┬───┬───┐',1
C3AB 95959595
C3AF 95959595
C3B3 95959195
C3B7 95959591
C3BB 95959595
C3BF 91959595
C3C3 95919595
C3C7 95959901
C3CB 96464D20          DB      '|FM IC address|OP.1|OP.3|OP.2|OP.4|',1
C3CF 49432061
C3D3 64647265
C3D7 7373964F
C3DB 502E3196
C3DF 4F502E33
C3E3 964F502E
C3E7 32964F50
C3EB 2E349601
C3EF 93959595          DB      '├───────────┼───┼───┼───┼───┤',1
C3F3 95959595
C3F7 95959595
C3FB 95958F95
C3FF 9595958F
C403 95959595
C407 8F959595
C40B 958F9595
C40F 95959201
C413 96204454          DB      '| DT/ML (30H~)|   |   |   |   |',1
C417 2F4D4C20
C41B 28333048
C41F 7E299620
C423 20202096
C427 20202020
C42B 96202020
C42F 20962020
C433 20209601
C437 96204F4C          DB      '| OL    (40H~)|   |   |   |   |',1
C43B 20202020
C43F 28343048
C443 7E299620
C447 20202096
C44B 20202020
C44F 96202020
C453 20962020
```

```
C457 20209601
C45B 96204B53             DB        '| KS/AR (50H~)|    |    |    |    |',1
C45F 2F415220
C463 28353048
C467 7E299620
C46B 20202096
C46F 20202020
C473 96202020
C477 20962020
C47B 20209601
C47F 96204452             DB        '| DR    (60H~)|    |    |    |    |',1
C483 20202020
C487 28363048
C48B 7E299620
C48F 20202096
C493 20202020
C497 96202020
C49B 20962020
C49F 20209601
C4A3 96205352             DB        '| SR    (70H~)|    |    |    |    |',1
C4A7 20202020
C4AB 28373048
C4AF 7E299620
C4B3 20202096
C4B7 20202020
C4BB 96202020
C4BF 20962020
C4C3 20209601
C4C7 9620534C             DB        '| SL/RR (80H~)|    |    |    |    |',1
C4CB 2F525220
C4CF 28383048
C4D3 7E299620
C4D7 20202096
C4DB 20202020
C4DF 96202020
C4E3 20962020
C4E7 20209601
C4EB 96205345             DB        '| SE    (90H~)|    |    |    |    |',1
C4EF 20202020
C4F3 28393048
C4F7 7E299620
C4FB 20202096
C4FF 20202020
C503 96202020
C507 20962020
C50B 20209601
C50F 93959595             DB        '├─────────────┴────┴────┴────┴────┤',1
C513 95959595
C517 95959595
C51B 95958F95
C51F 95959590
C523 95959595
C527 90959595
C52B 95909595
C52F 95959201
C533 96204642             DB        '| FB/AL (B0H~)|                   |',1
C537 2F414C20
```

```
C53B 2842304B
C53F 7E299620
C543 20202020
C547 20202020
C54B 20202020
C54F 20202020
C553 20209601
C557 9A959595          DB    '└─────────────┴───────────────┘',1,1
C55B 95959595
C55F 95959595
C563 95959095
C567 95959595
C56B 95959595
C56F 95959595
C573 95959595
C577 95959B01
C57B 01
C57C 20989595          DB    ' ┌──────────────────┬────────────┐',1
C580 95959595
C584 95959595
C588 95959595
C58C 95959595
C590 91959595
C594 95959595
C598 95959595
C59C 959901
C59F 2096205B          DB    ' │ [CTRL] + [4]ｰ[6] │ ｵｸﾀｰﾌﾞ =   │',1
C5A3 4354524C
C5A7 5D202B20
C5AB 5B345DB0
C5AF 5B365D20
C5B3 9620B5B8
C5B7 C0B0CCDE
C5BB 203D2020
C5BF 209601
C5C2 209A9595          DB    ' └──────────────────┴────────────┘',1
C5C6 95959595
C5CA 95959595
C5CE 95959595
C5D2 95959595
C5D6 90959595
C5DA 95959595
C5DE 95959595
C5E2 959B01
C5E5 91959191          DB    '┬─┬┬─┬─┬─┬─┬┬─┬─┬─┬─┬┬─┬┬─┬─┬─┬─┬┬─┬',1
C5E9 95919591
C5ED 95919591
C5F1 91959195
C5F5 91959195
C5F9 91919591
C5FD 91959195
C601 91959195
C605 91919591
C609 01
C60A 96419696          DB    '│A││S│ │ │F││G│ │ │J││K││L│ │ │:││]│',1
C60E 53962096
C612 20964696
```

```
C616 9647962Ø
C61A 962Ø964A
C61E 96964B96
C622 964C962Ø
C626 962Ø963A
C62A 96965D96
C62E Ø1
C62F 962Ø9696          DB      '| || | | | || | | | || || | | | || |',1
C633 2Ø962Ø96
C637 2Ø962Ø96
C63B 962Ø962Ø
C63F 962Ø962Ø
C643 96962Ø96
C647 962Ø962Ø
C64B 962Ø962Ø
C64F 96962Ø96
C653 Ø1
C654 9A919B9A          DB      '└┬┘└┬┘ | └┬┘└┬┘ | └┬┘└┬┘└┬┘ | └┬┘└┬┘',1
C658 919B2Ø96
C65C 2Ø9A919B
C66Ø 9A919B2Ø
C664 962Ø9A91
C668 9B9A919B
C66C 9A919B2Ø
C67Ø 962Ø9A91
C674 9B9A919B
C678 Ø1
C679 2Ø962Ø2Ø          DB      ' |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |',1
C67D 962Ø2Ø96
C681 2Ø2Ø962Ø
C685 2Ø962Ø2Ø
C689 962Ø2Ø96
C68D 2Ø2Ø962Ø
C691 2Ø962Ø2Ø
C695 962Ø2Ø96
C699 2Ø2Ø96Ø1
C69D 2Ø965A2Ø          DB      ' |Z |X |C |V |B |N |M |, |. |/ |□ |',1
C6A1 96582Ø96
C6A5 432Ø9656
C6A9 2Ø96422Ø
C6AD 964E2Ø96
C6B1 4D2Ø962C
C6B5 2Ø962E2Ø
C6B9 962F2Ø96
C6BD DB2Ø96Ø1
C6C1 959Ø9595          DB      '─┴──┴──┴──┴──┴──┴──┴──┴──┴──┴──┴──┴─',Ø
C6C5 9Ø95959Ø
C6C9 95959Ø95
C6CD 959Ø9595
C6D1 9Ø95959Ø
C6D5 95959Ø95
C6D9 959Ø9595
C6DD 9Ø95959Ø
C6E1 95959Ø95
C6E5 ØØ
```

4. 音色の作成

以前、並んだ人の顔を次々と叩いて（早い話がビンタ）音楽を演奏しているのを、テレビで見たことがあります。叩かれるほうは鼻血を出して悲惨な状態なのですが、観客には大ウケだったようです。また、バケツや洗面器を使った演奏もよく見かけます。こうなると、騒音と音楽との区別は非常に難しいといえます。

騒音に音程があるかどうかは意見の分かれるところですが、一般に音程のある音というものは、ある決まった周波数に対して、その整数倍の周波数の音が集まったものと考えられています。そして、そのなかでもっとも低い周波数の音のことを**基音**といい、その整数倍の周波数の音のことを**倍音**といいます。人間の耳に聞こえる音は、この基音です。倍音は音の明るさ暗さといった厚みを表現しています。

音色パラメータのなかで、この倍音に直接関係するのがMLです。MLとは、F-NumberとDTで得られる周波数情報に対し、それを何倍にするかというパラメータです。音楽的に周波数をみると、基準となるのはハ長調のラの音で、周波数は440Hzです。音が1オクターブ上がれば周波数は倍（880Hz）になり、逆に1オクターブ下がれば周波数は半分（220Hz）になります。

1オクターブは黒鍵を含めて12音から成っていますが、単純に12等分するのではなく、1オクターブ上がった（下がった）ときに、ちょうど倍（半分）になるように加重等分されています。このことから、MLの値を倍（半分）にすれば音は1オクターブ高く（低く）なるということがわかります。もちろん、モジュレータが複雑にからんでいる場合は、そう簡単にはいきませんが、とりあえずこの事実を実験によって確認してみましょう。

すでに使い慣れた音色エディタで、オペレータ1のパラメータを次のように設定してください。オペレータ2～4はOLを127にして、音が出ないようにします。

AR	=	31	KS	=	0
DR	=	8	ML	=	2
SR	=	8	DT	=	0
RR	=	8	SE	=	0
SL	=	0	FB	=	0
OL	=	0	AL	=	7

フィードバック＝0で、アルゴリズム＝7ということは、4つのオペレータがまったく同格に並んでいることを意味します。オペレータ2～4はOL＝127ですから音は出ていません。つまり、この状態はオペレータ1が単独で音を出すような設定ということです。では、［カナ］キーを押してドレミファソラシドを演奏させてください。演奏が終わったところで、次はMLの値を倍の4にして同じことをさせてみましょう。

オクターブが上がったでしょうか。ML＝8にすると、さらにもう1オクターブ上がります。逆にML＝1にすると1オク

ターブ下がり、0にすればさらに1オクターブ下がります。もしも、音が低すぎて聞こえないときは CTRL ＋ 4 ～ 6 でオクターブの調整をしてください。

オペレータ1つではエンベロープしかいじれないので、基本的な音色に変化を付けることはできません。しかし、チャンネル2～4の各パラメータのうちML以外をチャンネル1と同じ値にして、それから各オペレータのMLを変化させることにより、何と1つのチャンネルで四重和音が奏でられることになります。これが、アルゴリズム＝7の大きな特徴です。

ちなみに、ML＝2のときに4オクターブ目のC（ド）が出るようにF-Numberを送ると、MLの値による音の変化は**図1.14**のようになります。

うまく四重和音に聞こえたでしょうか。このアルゴリズム＝7というのは、各オペレータがキャリアでありモジュレータでもあったわけです。しかし、キャリアとモジュレータが分かれている場合は、それぞれのMLを同じように変更しないと、図1.14にあるような音の変化は起きません。つまり、1つのオペレータが3つのキャリアのモジュレータとなっているアルゴリズム＝5は、このような和音には適さないということです。また、アルゴリズム＝6ではオペレータ1がオペレータ2の専用モジュレータになっていますから、ある程度の音色を作ることができるうえ、実験したように音色のオペレータ3､4との三重和音が可能です。

しかし、実際には和音としての効果をねらうよりも、エンベロープに変化をつけて厚みのある音色として使用したほうがいいでしょう。純粋な和音効果をねらうのであれば、オペレータ1､2とオペレータ3､4による二重和音ができるアルゴリズム＝4が、音色の設定もできるので最適といえます。和音サンプルとして、C（ド）のときにCとG（ドとソ）の和音を奏でるデータを**表1.3**に載せておきますので、試してみてください。

このアルゴリズム＝4は、まったく違った2つの音色を作ったり、ディレイ効果を出したりすることもできるので、一番おもしろいアルゴリズムです。一方、アルゴリズム＝0～3は、1つのキャリアに対し3つのモジュレータが作用しますから、音色的にはかなり複雑なものが作れます。音色波形の複雑な楽器の音に向いているといえます。

モジュレータの出力レベルは、高くする

図 1.14　MLによる音程の変化

ML	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
音程	02 C	03 C	04 C	04 G	05 C	05 E	05 G	05 B-	06 C	06 D	06 E	06 G-	06 G	06 A-	06 B-	06 B

↑
基準（ML＝2）

表 1.3 和音を奏でるデータ

	OP.1	OP.2	OP.3	OP.4
AR	23	25	23	25
DR	8	8	8	8
SR	5	8	5	8
RR	0	8	0	8
SL	2	2	2	2
OL	14	0	14	0
KS	1	1	1	1
ML	2	2	3	3
DT	1	1	1	1
SE	0	0	0	0
FB	0			
AL	4			

と音色がノイズっぽくなります。その逆に、低い場合は音に丸みが出ます。また、フィードバックの値を大きくすると、音の歪みや厚みが大きくなります。

どのパラメータも、そのときのオペレータの置かれている立場（キャリアなのかモジュレータなのか）やアルゴリズムによって、音色に及ぼす効果がかなり違います。したがって、それらを文章で一律的に表現することは無理ですし、また、へたな先入観となりかねません。そこで、そういったあいまいな表現の代わりに、とっておきの音色作成のコツをお教えいたします。それは……、

習うより慣れろの精神で、各パラメータをいじり回すことです。何といっても、音色作成にこれ以上の王道はありません。音の明るさとか丸みなどと、文章で音色を覚えるよりは、自分の耳で感覚的に捉えたほうがはるかに効果的です。そのうち、自分なりに各パラメータの役割をつかむようになるでしょう。

もう1つの手段は、プリセット（内蔵）されている音色を少しずつ変更して、自分の好みの音色に仕上げることです。この方法は、まったく白紙の状態から音色を作るよりずっと楽ですし、パラメータについての勉強にもなります。

おまけとして、プリセットされている音色のデータを表示するプログラムを載せておきます。プログラム（**リスト 1.5**）を実行すると音色番号を聞いてきますから、参考にしたい音色の番号を入力してください。**写真 1.3** のように音色データが表示されます。

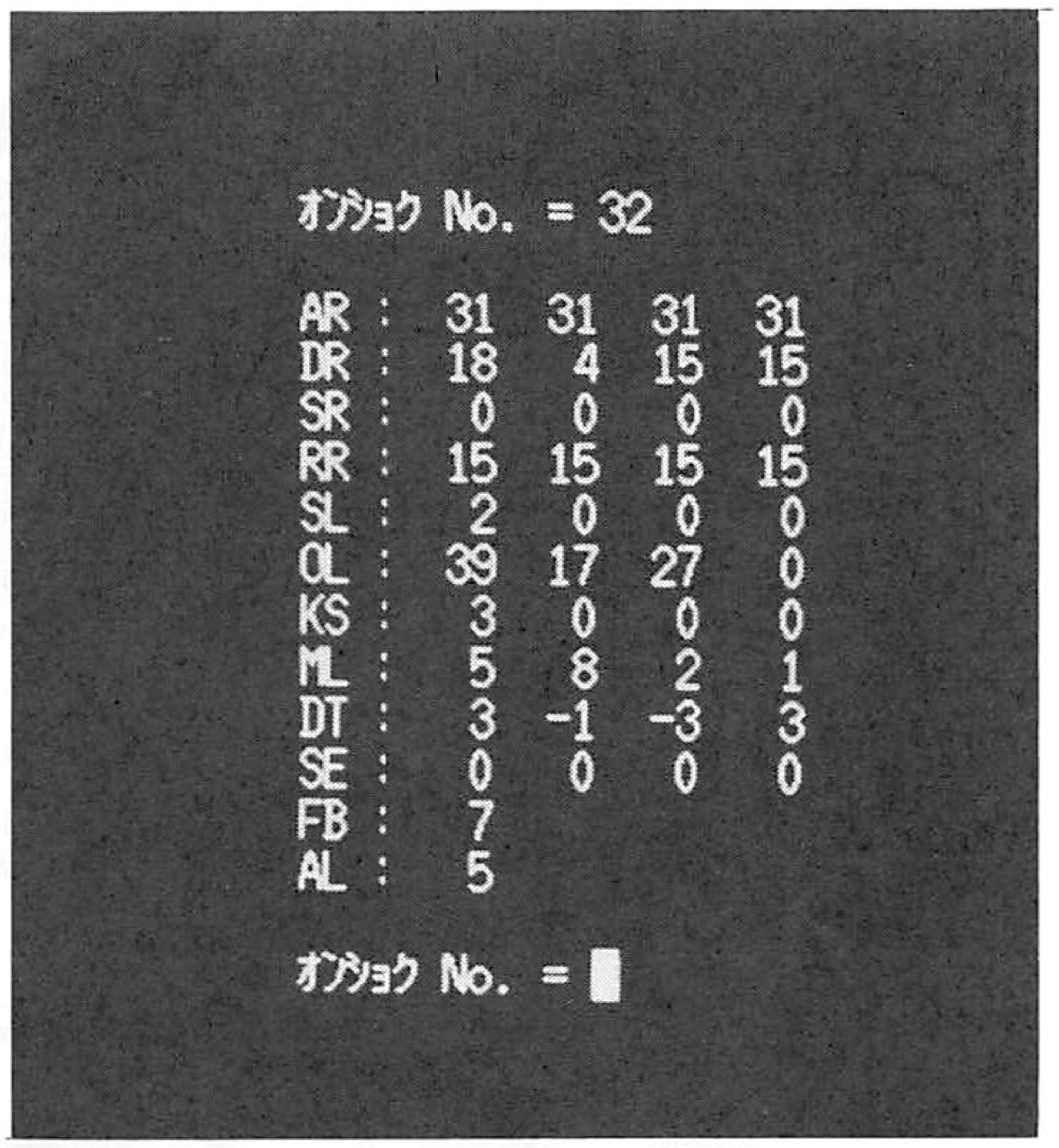


写真 1.3 音色データ表示プログラムの画面

リスト 1.5　音色データ表示プログラム

```
1000 '
1010 NEW CMD:CLS:DIM V%(4,9)
1020 INPUT"ｵﾝｼｮｸ No. = ",A$
1025 IF A$="" THEN A$="0"
1030 A=VAL(A$):PRINT
1040 CMD VOICE COPY A,V%:RESTORE
1070 FOR A=0 TO 8
1080 READ A$
1090 PRINT A$;:PRINT USING" : ### ### ### ###";V%(1,A);V%(2,A);V%(3,A);V%(4,A)
1100 NEXT
1110 PRINT"SE :   0   0   0   0"
1120 PRINT USING"FB : ###";V%(0,0)¥8
1130 PRINT USING"AL : ###";V%(0,0) AND 7
1290 PRINT:GOTO 1020
1300 DATA AR,DR,SR,RR,SL,OL,KS,ML,DT
```




5. SSG音源

PC-8801mk II以前のいわゆる旧88時代は、**PSG**(Programmable Sound Generator)のついているPC-6000系の機種や、他メーカーの機種が非常にハデに見えたものです。こちらも負けじとビープ音を駆使して音楽を演奏していましたが、それはまるで竹ヤリで戦車に突撃するような、みじめなものでした。

そんなところへ、降ってわいたようにFM音源の登場です。とたんに、あれほどハデに見えたPSGが過去の遺物のように扱われだし、世は一気にFM音源時代へと突入していったのです。しかし、決してPC-8801がPSGを捨てたわけではありません。名称こそ、なぜか**SSG**(Synthesized Sound Generator)**音源**となりましたが、そのすべての機能は変わることなく引き継がれています。

FM音源が出た当初、SSG音源は効果音とかノイズを使ったドラム程度にしか利用されていませんでした。つまり、SSG音源は完全に格下扱いされていたのです。ところが、最近ではリズムや効果音を音色を自由に作れるFM音源側にまかせ、SSG音源をメインメロディに回すなど、すべての音源を状況に合わせて効果的に使うという方向に考えが変わってきました。

こうなると、SSG音源も無視できない存在です。うまく利用して、FM音源との共栄を図ってやらないと、時代の波に乗り遅れてしまいそうです。ここでは、SSG音源の基礎として、その特徴と操作方法について触れていきます。

SSG音源の最大の特徴は、1つのプリセットされた音色とノイズしかないというところにあります。したがって、SSG音源で可能なことは、この2つ(プリセットされた音色とノイズ)の組み合わせと音程の変化、および音量の変化だけです。ただし、音量の変化には、P59の図1.13にあったようなエンベロープが用意されています。

では、まずSSG音源の音の特徴をつかむために、**リスト1.6**のプログラムを実行して、それぞれの変化を目と耳で確認してください。

実行のしかたは次の通りです。

```
CLEAR,&HB5FF
A =&HB700:CLS:CALL A
```

実行すると、**写真1.4**の画面が表示されます。

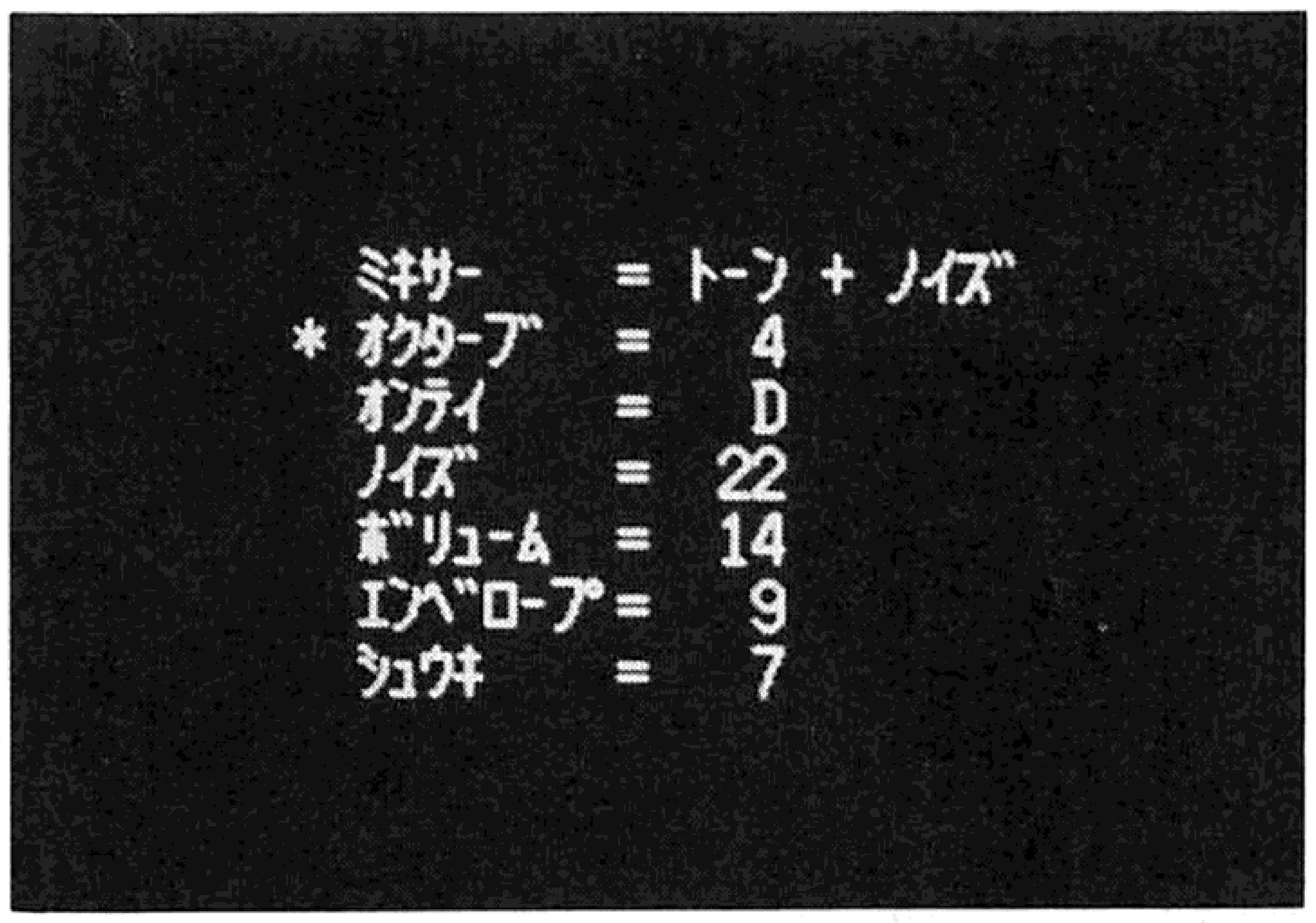


写真1.4 SSG音源サンプルプログラムの画面

表示されている項目の変化範囲は、次の通りです。

ミキサー　…[f･1]＝トーン
　　　　　　[f･2]＝ノイズ
　　　　　　[f･3]＝トーン＋ノイズ
オクターブ　…1～8
オンテイ　…C～B
ノイズ　…0～31
ボリューム　…0～31
　　　　（16以上ではエンベロープによる音量となる）
エンベロープ…0～15
シュウキ　…0～255
　　　　（エンベロープの周期）

*印の指すデータは、[4] [6]キーによってそれぞれ値を変更することができます。また、*印は[2] [8]キーによって各パラメータ間を移動させることができます。音を出すのは[5]キーです。音は、ここでの実験プログラムを簡略化するため、半音などを指定することはできません。

SSG音源でコントロールできるパラメータはこれがすべてですから、どの程度までのことが可能か、FM音源の音を思い出しながら、納得のいくまでコントロールしてください。プログラムの終了は[ESC]キーです。

リスト1.6　SSG音源サンプルプログラム

```
                            ORG     ØB7ØØH

B7ØØ  C3ØBB7                JP      START

B7Ø3  Ø1          POSYY:    DB      1                  *印のY座標
B7Ø4  3E          WORKØ:    DB      ØØ11111ØB          ミキサー(レジスタ7)の内容
B7Ø5  Ø4          WORK1:    DB      4                  オクターブ
B7Ø6  ØØ          WORK2:    DB      Ø                  音階
B7Ø7  ØØ          WORK3:    DB      Ø                  ノイズパターン
B7Ø8  ØF          WORK4:    DB      15                 ボリューム
B7Ø9  ØØ          WORK5:    DB      Ø                  エンベロープ形状
B7ØA  ØØ          WORK6:    DB      Ø                  エンベロープ周期

B7ØB  F3          START:    DI                         割込み禁止
B7ØC  ED7396B7              LD      (BSCSP+1),SP       SP退避
B71Ø  31ØØB7                LD      SP,ØB7ØØH          SP設定
B713  21CAF3                LD      HL,ØF3CAH         ┐
B716  1115B9                LD      DE,TEXTØ          │テキスト画面表示
B719  CDØ3B9                CALL    TXDIP             ┘
B71C  CD75B8                CALL    DIALL              *印等の表示
B71F  CD4BB8                CALL    SDFRQ              音程、オクターブ設定
B722  3AØ8B7                LD      A,(WORK4)         ┐
B725  ØEØ8                  LD      C,8               │ボリューム設定
B727  CD6DB8                CALL    SSG45             ┘
```

```
B72A DBØ9       SLOOP:  IN      A,(9)
B72C ØF                 RRCA
B72D ØF                 RRCA
B72E Ø63E               LD      B,ØØ11111ØB
B73Ø D29AB7             JP      NC,FCCHA
B733 Ø637               LD      B,ØØ11Ø111B
B735 ØF                 RRCA
B736 D29AB7             JP      NC,FCCHA
B739 Ø636               LD      B,ØØ11Ø11ØB
B73B ØF                 RRCA
B73C D29AB7             JP      NC,FCCHA
```

[f･1]〜[f･3]が押されていれば、それに見合うミキサー(レジスタ7)の内容をBに入れてFCCHAへジャンプ

```
B73F DBØ1               IN      A,(1)
B741 ØF                 RRCA
B742 D2AEB7             JP      NC,POSUU
B745 DBØØ               IN      A,(Ø)
B747 CB57               BIT     2,A
B749 CAB7B7             JP      Z,POSDD
```

[8]→POSUUへ
[2]→POSDDへ

```
B74C CB67               BIT     4,A
B74E CAC9B7             JP      Z,KEYD4
B751 CB77               BIT     6,A
B753 CACDB7             JP      Z,KEYD6
```

[4]→KEYD4へ
[6]→KEYD6へ

```
B756 CB6F               BIT     5,A
B758 2Ø1C               JR      NZ,SLOP1
```

[5]が押されていなければSLOP1へ

```
B75A 3EØ7               LD      A,7
B75C D344               OUT     (44H),A
B75E DB45               IN      A,(45H)
B76Ø 21Ø4B7             LD      HL,WORKØ
B763 BE                 CP      (HL)
B764 2817               JR      Z,SLOP2
```

ミキサー(レジスタ7)の内容に変化がなければSLOP2へ

```
B766 7E                 LD      A,(HL)
B767 ØEØ7               LD      C,7
B769 CD6DB8             CALL    SSG45
B76C 3AØ9B7             LD      A,(WORK5)
B76F ØEØD               LD      C,13
B771 CD6DB8             CALL    SSG45
```

ミキサー(レジスタ7)の値とエンベロープ形状をFM音源IC･SSG部へ送る

```
B774 18Ø7               JR      SLOP2
B776 3E3F       SLOP1:  LD      A,ØØ111111B
B778 ØEØ7               LD      C,7
B77A CD6DB8             CALL    SSG45
```

ミキサー(レジスタ7)で出力を止める

```
B77D 3EFF       SLOP2:  LD      A,255
B77F 32A2B7     SLOP3:  LD      (SWAIT+1),A
```

ロングウェイトの値
ウェイト値ストア

```
B782 DBØ9               IN      A,(9)
B784 Ø7                 RLCA
B785 DA2AB7             JP      C,SLOOP
```

[ESC]が押されていなければSLOOPへ

```
B788 3E3F       TOBSC:  LD      A,ØØ111111B
B78A ØEØ7               LD      C,7
B78C CD6DB8             CALL    SSG45
B78F AF                 XOR     A
B79Ø ØEØ8               LD      C,8
B792 CD6DB8             CALL    SSG45
B795 31ØØØØ     BSCSP:  LD      SP,Ø
B798 FB                 EI
B799 C9                 RET
```

SSG全チャンネルのノイズ、トーンの出力を止め、チャンネル1のボリュームを0にした上でBASICへもどる

```
B79A 78         FCCHA:  LD      A,B
B79B 32Ø4B7             LD      (WORKØ),A
B79E CD75B8             CALL    DIALL
B7A1 ØE5Ø       SWAIT:  LD      C,8Ø
B7A3 F5         SWAIL:  PUSH    AF
B7A4 F1                 POP     AF
B7A5 1ØFC               DJNZ    SWAIL
B7A7 ØD                 DEC     C
B7A8 2ØF9               JR      NZ,SWAIL
B7AA 3E5Ø               LD      A,8Ø
B7AC 18D1               JR      SLOP3

B7AE 3AØ3B7     POSUU:  LD      A,(POSYY)
B7B1 3D                 DEC     A
B7B2 2ØØC               JR      NZ,POSCH
B7B4 C3A1B7             JP      SWAIT
B7B7 3AØ3B7     POSDD:  LD      A,(POSYY)
B7BA 3C                 INC     A
B7BB FEØ7               CP      7
B7BD CAA1B7             JP      Z,SWAIT
B7CØ 32Ø3B7     POSCH:  LD      (POSYY),A
B7C3 CD75B8             CALL    DIALL
B7C6 C3A1B7             JP      SWAIT

B7C9 1EFF       KEYD4:  LD      E,-1
B7CB 18Ø2               JR      KEY46
B7CD 1EØ1       KEYD6:  LD      E,1
B7CF 3AØ3B7     KEY46:  LD      A,(POSYY)
B7D2 FEØ2               CP      2
B7D4 DA23B8             JP      C,POSØ1
B7D7 CA16B8             JP      Z,POSØ2
B7DA FEØ4               CP      4
B7DC DAØ7B8             JP      C,POSØ3
B7DF CAØØB8             JP      Z,POSØ4
B7E2 FEØ6               CP      6
B7E4 DAF1B7             JP      C,POSØ5
B7E7 21ØAB7     POSØ6:  LD      HL,WORK6
B7EA 7E                 LD      A,(HL)
B7EB 83                 ADD     A,E
B7EC 77                 LD      (HL),A
B7ED ØEØC               LD      C,12
B7EF 1843               JR      SSDIT
B7F1 21Ø9B7     POSØ5:  LD      HL,WORK5
B7F4 7E                 LD      A,(HL)
B7F5 83                 ADD     A,E
B7F6 FE1Ø               CP      16
B7F8 D2A1B7             JP      NC,SWAIT
B7FB 77                 LD      (HL),A
B7FC ØEØD               LD      C,13
B7FE 1834               JR      SSDIT
B8ØØ 21Ø8B7     POSØ4:  LD      HL,WORK4
B8Ø3 ØEØ8               LD      C,8
B8Ø5 18Ø5               JR      POS34
B8Ø7 21Ø7B7     POSØ3:  LD      HL,WORK3
B8ØA ØEØ6               LD      C,6
B8ØC 7E         POS34:  LD      A,(HL)
```

- B79A–B79E: ミキサー(レジスタ 7)の内容を B にし、画面表示する
- B7A1–B7AC: ウェイトを取ってから SLOP3 へ　注：ウェイト値を 80 にもどす
- B7AE–B7C6: ＊印の位置を変化させる
- B7C9–B7E4: E に増減値(±1)を入れ、＊印の位置に合わせ、それぞれの変更ルーチンへジャンプする
- B7E7–B7EF: エンベロープ周期の変更
- B7F1–B7FE: エンベロープ形状の変更
- B800–B805: ボリュームの変更

```
B8ØD 83                  ADD   A,E                  ノイズパターンの変更
B8ØE FE2Ø                CP    32
B81Ø D2A1B7              JP    NC,SWAIT
B813 77                  LD    (HL),A
B814 181E                JR    SSDIT
B816 21Ø6B7    POSØ2:    LD    HL,WORK2             音階の変更
B819 7E                  LD    A,(HL)
B81A 83                  ADD   A,E
B81B FEØ7                CP    7
B81D D2A1B7              JP    NC,SWAIT
B82Ø 77                  LD    (HL),A
B821 18ØE                JR    POS12
B823 21Ø5B7    POSØ1:    LD    HL,WORK1             オクターブの変更
B826 7E                  LD    A,(HL)
B827 83                  ADD   A,E
B828 CAA1B7              JP    Z,SWAIT
B82B FEØ9                CP    9
B82D D2A1B7              JP    NC,SWAIT
B83Ø 77                  LD    (HL),A
B831 CD4BB8    POS12:    CALL  SDFRQ
B834 CD6DB8    SSDIT:    CALL  SSG45                変更されたデータをFM音源IC・SSG部に送
B837 CD75B8              CALL  DIALL                り、画面表示を行う
B83A C3A1B7              JP    SWAIT

B83D E8ØE48ØD  SDATA:    DW    ØEE8H,ØD48H,ØBD4H    音程データ(ド〜シ)
B841 D4ØB
B843 2AØBF2Ø9            DW    ØB2AH,9F2H,8DCH,7E6H
B847 DCØ8E6Ø7

B84B 213DB8    SDFRQ:    LD    HL,SDATA             音程、オクターブのデータをFM音源IC・SSG
B84E 3AØ6B7              LD    A,(WORK2)            部に送る
B851 Ø7                  RLCA
B852 5F                  LD    E,A
B853 16ØØ                LD    D,Ø
B855 19                  ADD   HL,DE
B856 5E                  LD    E,(HL)
B857 23                  INC   HL
B858 56                  LD    D,(HL)
B859 3AØ5B7              LD    A,(WORK1)
B85C 3D        SDFRØ:    DEC   A
B85D 28Ø6                JR    Z,SDFR1
B85F CB3A                SRL   D
B861 CB1B                RR    E
B863 18F7                JR    SDFRØ
B865 ØEØ1      SDFR1:    LD    C,1
B867 7A                  LD    A,D
B868 CD6DB8              CALL  SSG45
B86B ØD                  DEC   C
B86C 7B                  LD    A,E
B86D F5        SSG45:    PUSH  AF                   FM音源IC・SSG部のレジスタ(C)にAの値を
B86E 79                  LD    A,C                  送る
B86F D344                OUT   (44H),A
B871 F1                  POP   AF
B872 D345                OUT   (45H),A
B874 C9                  RET
```

```
B875 2198F6    DIALL:  LD     HL,ØF698H
B878 1188FF            LD     DE,-12Ø
B87B Ø6Ø6              LD     B,6
B87D 3AØ3B7            LD     A,(POSYY)
B88Ø ØE2Ø      DIALØ:  LD     C,' '
B882 B8                CP     B
B883 2ØØ2              JR     NZ,DIAL1
B885 ØE2A              LD     C,'*'
B887 71        DIAL1:  LD     (HL),C
B888 19                ADD    HL,DE
B889 1ØF5              DJNZ   DIALØ
B88B 3AØ4B7            LD     A,(WORKØ)
B88E 1171B9            LD     DE,TEXF3
B891 FE37              CP     37H
B893 38Ø8              JR     C,DIAL2
B895 1166B9            LD     DE,TEXF2
B898 28Ø3              JR     Z,DIAL2
B89A 115BB9            LD     DE,TEXF1
B89D 21D4F3    DIAL2:  LD     HL,ØF3D4H      画面上に＊印や変化する文字、数字をすべて表
B8AØ CDØ3B9            CALL   TXDIP          示する
B8A3 3AØ5B7            LD     A,(WORK1)
B8A6 DD214CF4          LD     IX,ØF44CH
B8AA CDCCB8            CALL   SUUJI
B8AD 217CB9            LD     HL,TEXOT
B8BØ 3AØ6B7            LD     A,(WORK2)
B8B3 5F                LD     E,A
B8B4 16ØØ              LD     D,Ø
B8B6 19                ADD    HL,DE
B8B7 7E                LD     A,(HL)
B8B8 DD77Ø2            LD     (IX+2),A
B8BB 1E78              LD     E,12Ø
B8BD DD19              ADD    IX,DE
B8BF 21Ø7B7            LD     HL,WORK3
B8C2 Ø6Ø4              LD     B,4
B8C4 7E        DIAL3:  LD     A,(HL)
B8C5 23                INC    HL
B8C6 CDCCB8            CALL   SUUJI
B8C9 1ØF9              DJNZ   DIAL3
B8CB C9                RET

B8CC D9        SUUJI:  EXX
B8CD Ø12ØØØ            LD     BC,2ØH
B8DØ FE64              CP     1ØØ
B8D2 38ØC              JR     C,SUUJØ
B8D4 D664              SUB    1ØØ
B8D6 Ø13ØØ1            LD     BC,13ØH
B8D9 FE64              CP     1ØØ
B8DB 38Ø3              JR     C,SUUJØ
B8DD Ø4                INC    B
B8DE D664              SUB    1ØØ
B8EØ 5F        SUUJØ:  LD     E,A
B8E1 78                LD     A,B
B8E2 81                ADD    A,C            Aの値を10進にしてIXより表示する
B8E3 DD77ØØ            LD     (IX+Ø),A       注：IXによるアドレスは＋120(改行)される
B8E6 7B                LD     A,E                裏レジスタ使用
B8E7 Ø6ØØ              LD     B,Ø
```

```
B8E9 D60A       SUUJ1:  SUB     10
B8EB 3805               JR      C,SUUJ2
B8ED 0E30               LD      C,30H
B8EF 04                 INC     B
B8F0 18F7               JR      SUUJ1
B8F2 C63A       SUUJ2:  ADD     A,10+30H
B8F4 DD7702             LD      (IX+2),A
B8F7 78                 LD      A,B
B8F8 81                 ADD     A,C
B8F9 DD7701             LD      (IX+1),A
B8FC 117800             LD      DE,120
B8FF DD19               ADD     IX,DE
B901 D9                 EXX
B902 C9                 RET

B903 017800     TXDIP:  LD      BC,120
B906 1A         TXDLP:  LD      A,(DE)
B907 13                 INC     DE
B908 FE01               CP      1
B90A D8                 RET     C                  テキスト画面表示ルーチン
B90B 2805               JR      Z,NEXTL            DE=データアドレス
B90D 77                 LD      (HL),A             HL=TVRAM アドレス
B90E 23                 INC     HL                 (1=改行サイン、0=エンドサイン)
B90F 0B                 DEC     BC
B910 18F4               JR      TXDLP
B912 09         NEXTL:  ADD     HL,BC
B913 18EE               JR      TXDIP

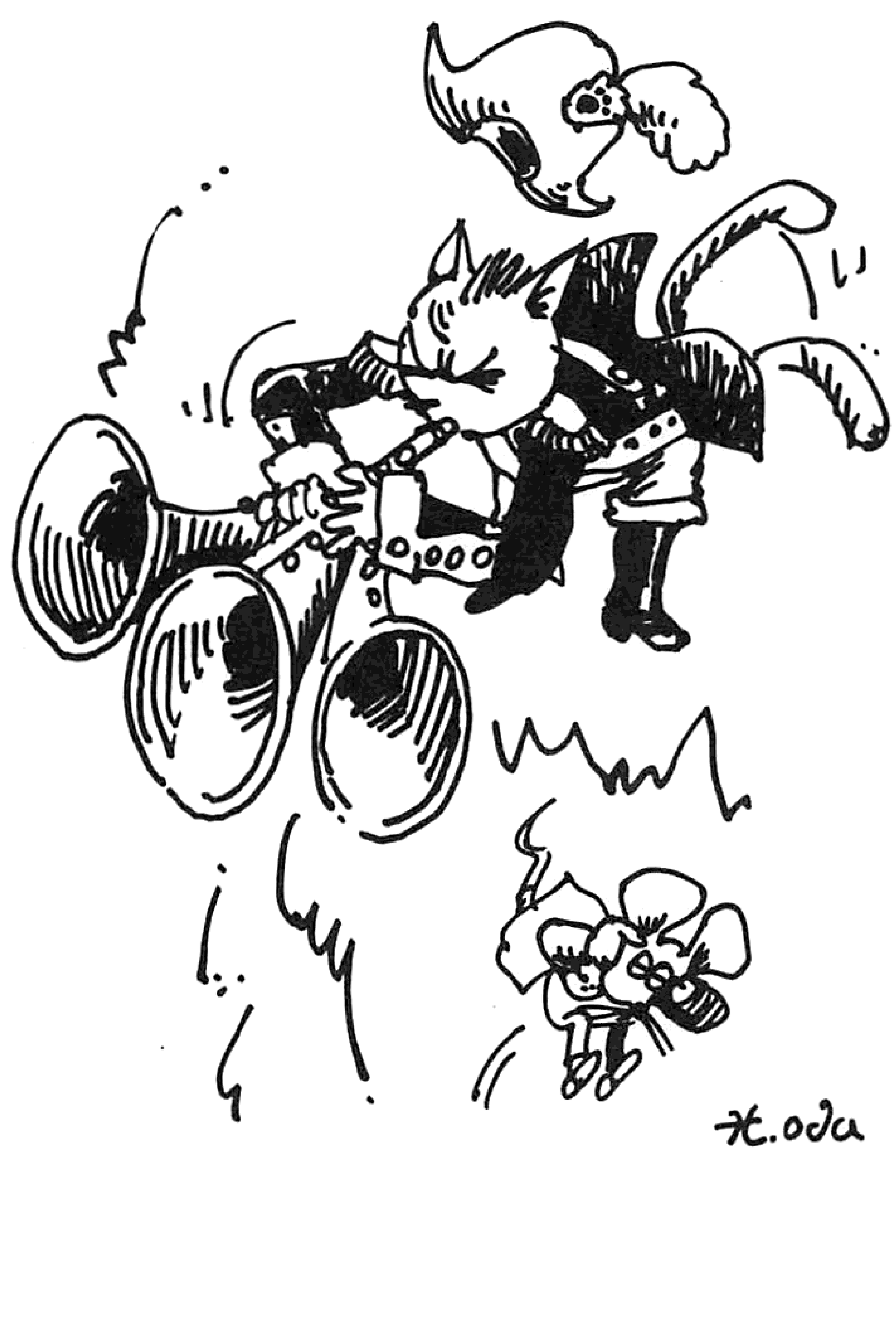
B915 D0B7BBB0   TEXT0:  DB      'ﾐｷｻｰ    =',1      テキスト画面データ
B919 20202020
B91D 3D01
B91F B5B8C0B0           DB      'ｵｸﾀｰﾌﾞ  =',1
B923 CCDE2020
B927 3D01
B929 B5DDC3B2           DB      'ｵﾝﾃｲ    =',1
B92D 20202020
B931 3D01
B933 C9B2BDDE           DB      'ﾉｲｽﾞ    =',1
B937 20202020
B93B 3D01
B93D CEDED8AD           DB      'ﾎﾞﾘｭｰﾑ  =',1
B941 B0D12020
B945 3D01
B947 B4DDCDDE           DB      'ｴﾝﾍﾞﾛｰﾌﾟ=',1
B94B DBB0CCDF
B94F 3D01
B951 BCADB3B7           DB      'ｼｭｳｷ    =',0
B955 20202020
B959 3D00

B95B C4B0DD20   TEXF1:  DB      'ﾄｰﾝ         ',0
B95F 20202020
B963 202000
B966 C9B2BDDE   TEXF2:  DB      'ﾉｲｽﾞ        ',0
B96A 20202020
B96E 202000
```

```
B971 C4B0DD20   TEXF3:   DB       'ﾄｰﾝ + ﾉｲｽﾞ',0
B975 2B20C9B2
B979 BDDE00

B97C 43444546   TEXOT:   DB       'CDEFGAB'
B980 474142
```

このプログラムは、3声あるSSG音源のチャンネル1だけを使用しています。そのため、各パラメータはすべてチャンネル1のものとして自由に使用できますが、チャンネル2と3がからんでくると、そううまくはいきません。なぜかというと、ノイズとエンベロープは1つずつしか用意されていないからです。



とりあえず、ノイズは1つでも何とか我慢できますが、エンベロープだけはどうしようもありません。仮に同じパターン、同じ周期であっても、音を出すタイミングをずらすことができないのです。つまり、片方の音を出せば、いやでもエンベロープを使用している他のチャンネルも発声してしまうのです。したがって、実質的にエンベロープは1つのチャンネルでしか使用できないということになります。

これを解消するには、エンベロープを自前で作るしかありません。といっても、プログラム的には割込みによってボリュームを操作すればいいだけですから、それほど難しいものではありません。こういったことを頭に入れたうえで、SSG音源のレジスタ・アドレスマップ(図1.15)と簡単な構成図(図1.16)を見てください。

SSG音源というのは、構造としてはFM音源ICのなかにありますが、レジスタの性質は若干違っています。プログラムを理解した方はおわかりかもしれませんが、FM音源でデータを送るときに必要だったウェイトが、このSSG音源に対しては不要です。また、FM音源ではレジスタの内容を読むことができませんが、SSG音源ではレジスタの内容を読むことができます。

図1.15 SSG音源レジスタ・アドレスマップ

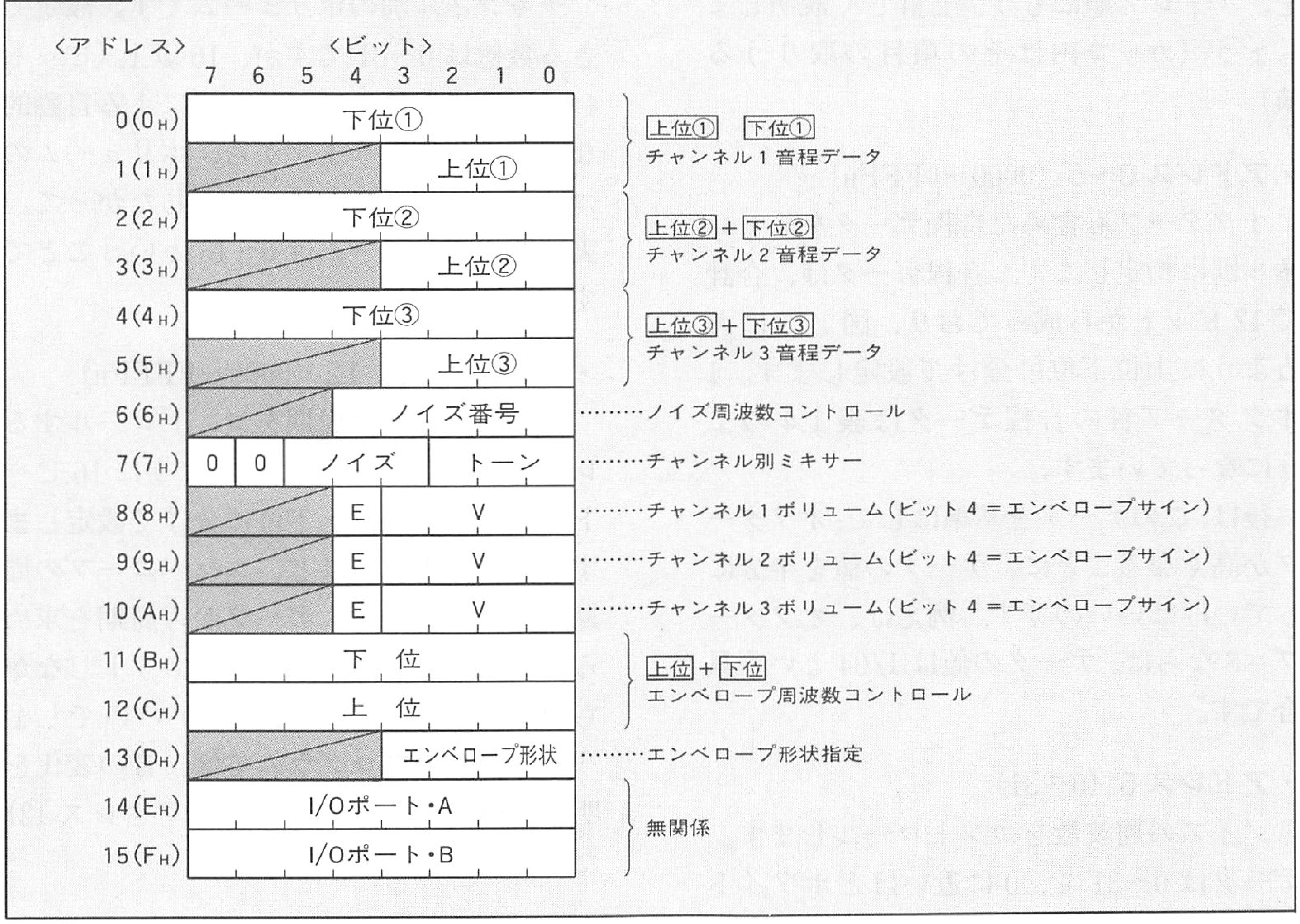
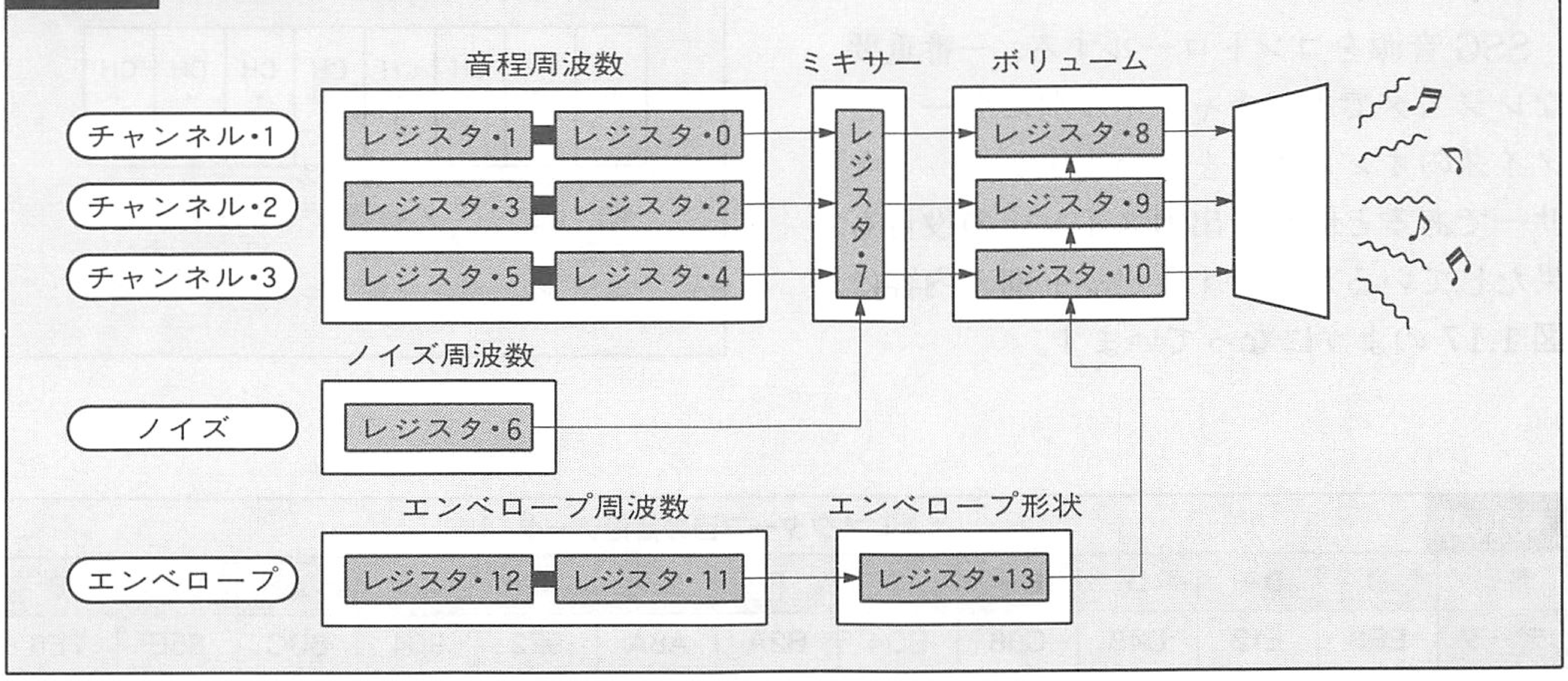


図1.16 SSG音源構成図



では、図1.15にある各レジスタの内容を、アドレス順にもう少し詳しく説明しましょう（カッコ内はその項目の取りうる値）。

・アドレス0〜5（0000〜0FFF$_H$）

オクターブも含めた音程データをチャンネル別に指定します。音程データは、合計で12ビットから成っており、図1.15にあるように上位下位に分けて設定します。1オクターブ目の音程データは**表1.4**のようになっています。

後は、このデータを基準にして、オクターブが高くなるごとに、データの値を半分にしていけばいいのです。例えば、オクターブ=8ならば、データの値は1/64という具合です。

・アドレス6（0〜31）

ノイズの周波数をコントロールします。データは0〜31で、0に近いほどホワイトノイズになります。数値が大きくなると、ピンクノイズっぽくなっていきます。

・アドレス7

SSG音源をコントロールする、一番重要なレジスタです。チャンネル別にトーンとノイズのオン／オフを行いますから、ミキサーであると同時に出力スイッチの役目も果たしているわけです。ビット別の内容は**図1.17**のようになっています。

・アドレス8〜10（0〜31）

チャンネル別のボリュームです。設定できる数値は0〜31ですが、16以上（ビット4=1）の場合はエンベロープによる自動的な音量変化になりますから、ボリュームのコントロールはできません。したがって、実質的なボリュームは0〜15ということです。

・アドレス11、12（0000〜FFFF$_H$）

エンベロープの周期をコントロールするレジスタで、図1.15にあるように16ビットのデータを上位と下位に分けて設定します。数値が大きいほど、エンベロープの周期が長くなります。データから周期を求める変換式もありますが、エディットしながら自分の感覚で決めたほうがいいでしょう。ここでのプログラムでは、音の変化を明確に確認できるよう、上位（アドレス12）だけを変化させています。

図1.17　アドレス7のビットの意味

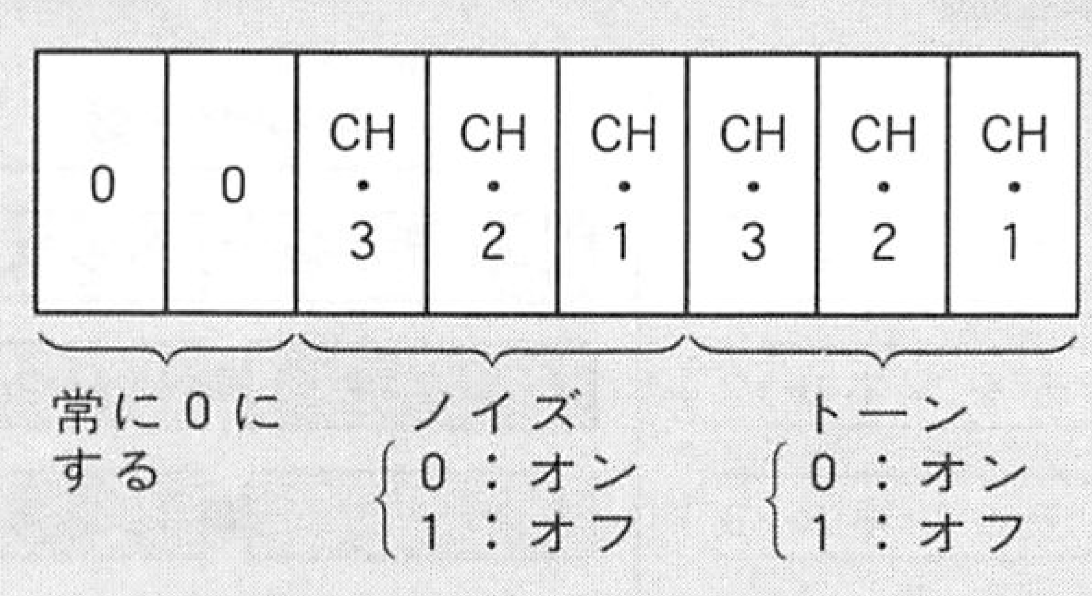


表1.4	1オクターブ目の音程データ											
音階	C	D−	D	E−	E	F	G−	G	A−	A	B−	B
データ	EE8	E12	D48	C88	BD4	B2A	A8A	9F2	964	8DC	85E	7E6

・アドレス13（0〜15）

エンベロープの形状を決定するレジスタです。このレジスタにデータを送ると同時に、図1.18のようなエンベロープが発生します。ボリュームが16以上になっているチャンネル（エンベロープによる音量変化を選択しているチャンネル）は、この時点からすべて同じ音量変化になります。

SSG音源に関してハード的にできることは、これがすべてです。この特徴は、PSGを搭載した他の機種でもほとんど同じです。でも……、

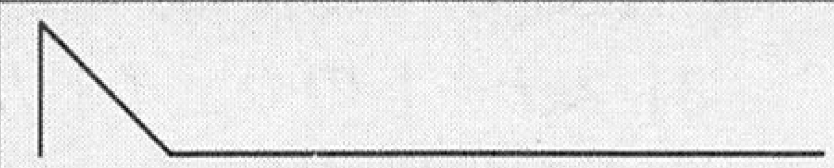
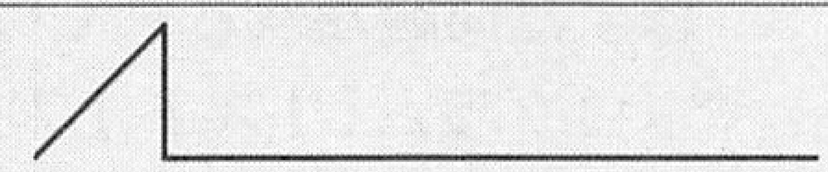
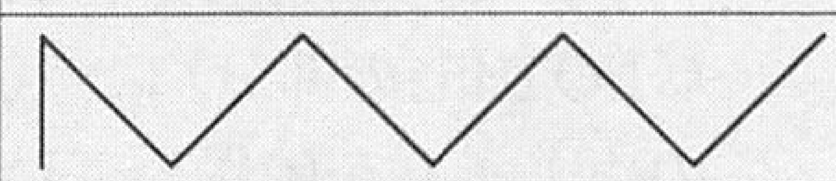
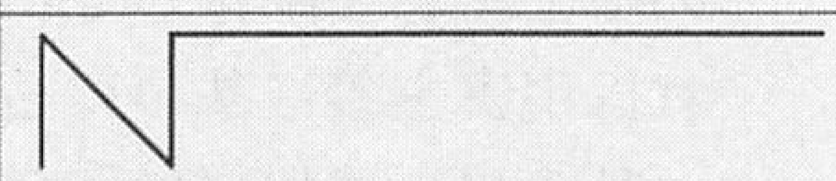
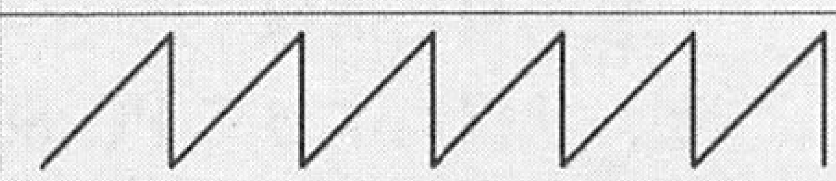
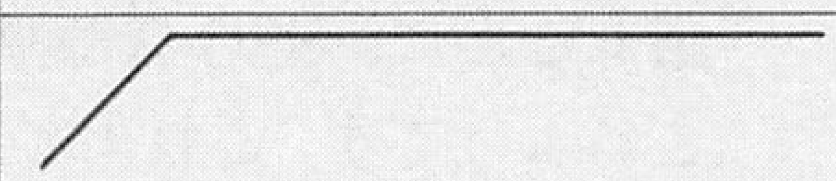
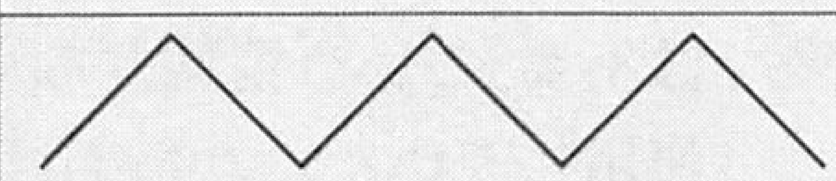
PSGで、もっといろいろな音色が出ているゲームを見たことがあるゾ！

と叫ぶ人もいるでしょう。例えば、PC-8801ではありませんが、社会現象とまでいわれたあのドラクエIIIなどでは、PSGとは思えないような音色を表現しています。

……そうなのです。それが、ソフトウェア、すなわちプログラマのアイデアというものなのです。実際には、音色ではなく聞く人の耳をごまかしただけのことなのですが、これこそがゲームの奥に潜んだプログラマとプレイヤーとのサバイバルゲームなのです。第2章ではそういった細かなアイデアについて、いろいろと紹介していきます。もちろん、そこで紹介したアイデアは、第3章にあるサウンドドライバのためのものです。

まだまだ、FM音源ICには宝の山が眠っているのです……。

図1.18 エンベロープの形状

アドレス13へ送るデータ	エンベロープの形状
0〜3, 9	
4〜7, 15	
8	
10	
11	
12	
13	
14	



● SSG のウェイト ●

P35 で「OUT45」におけるウェイトについて、全機種対応なプログラムにするためには 34 ステートのウェイトが必要であると述べましたが、実は PC-8801FH（CPU＝8MHz）にはまだ問題が残されています。P98 で SSG 音源においてはウェイトは不要と説明し、またプログラム（**リスト 1.7**）でもウェイトは確保していませんでした。もちろん、それを PC-8801FH（CPU＝8MHz）で実行してみても何の問題もなかったはずです。

しかし、最終的に作成するサウンドドライバ（SSD）では、SSG 音源をアクセスする際（「POT45」の部分）に、しっかりダミーの命令として「LD　A,（0）」を入れ、計 34 ステートのウェイトを確保しています。「いうことと、やることが違う！」と叱られそうですが、これは現実主義に基づくものなのです。

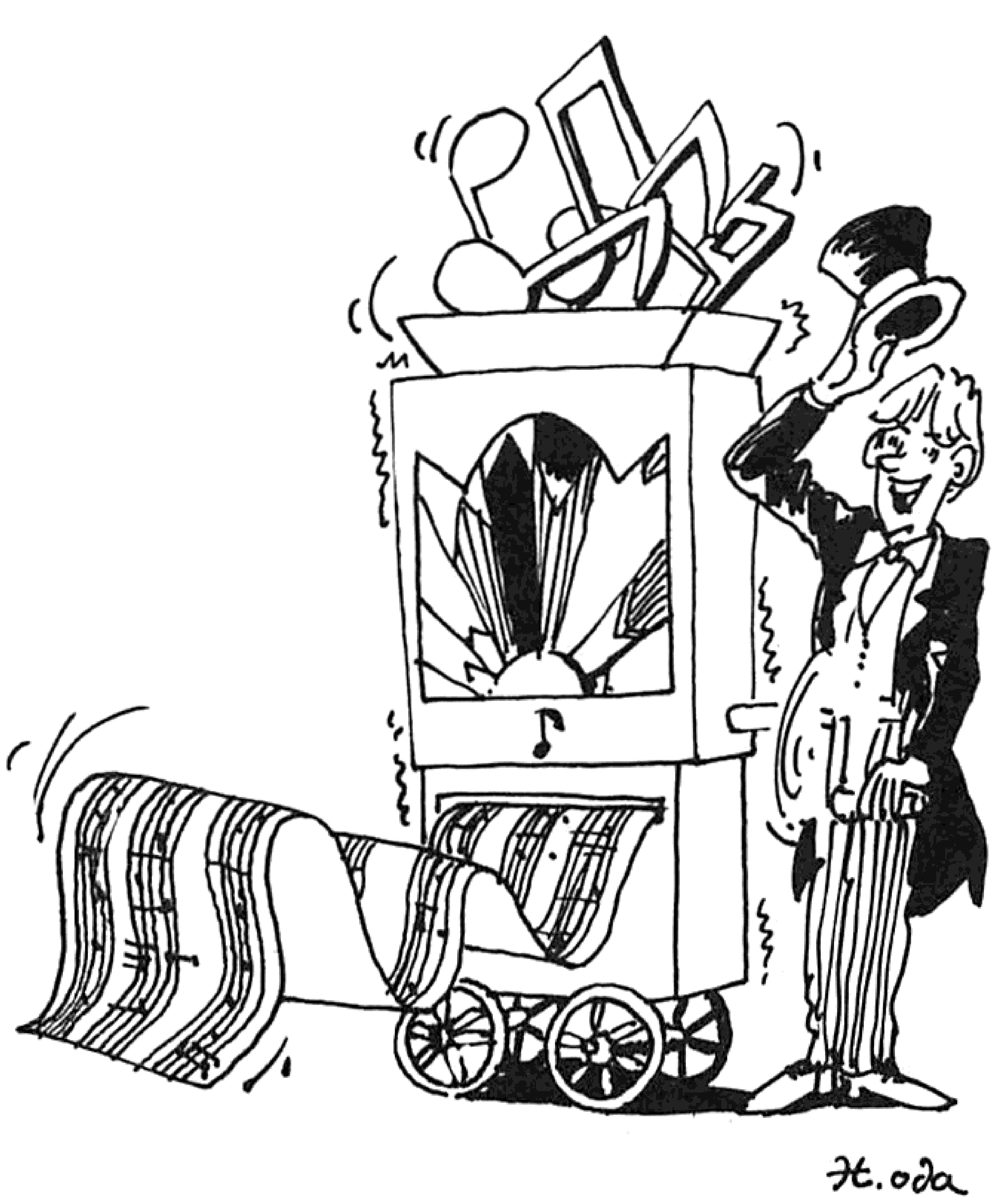
私の得た情報では「SSG 音源部にはウェイトは不要」なのですが、実際にその通りにすると、状況によって PC-8801FH（CPU＝8MHz）で動作不良となることがあるのです。不思議なことに、SSG 音源単独のときには問題はなく、FM 音源といっしょに使うと問題が起こるようです。これまで、この事実が表面化しなかったのは、昔は「SSG 音源にはウェイトは不要」という情報がなく、SSG 音源に対してもウェイトを確保していた（同じルーチンを使用していた）からでは……と思います。

ちなみに、データを送った後のウェイト（「IN　A,（44H）」のビット 7 で調べる）が不要というのは間違いないようです。

このような事実から判断すると、サウンドボードIIを搭載していない機種の 8MHz というのは、偶然の副産物で互換性を保っているとしか考えられません。私自身、「SSG 音源部にはウェイトは不要」ということを知ったがために、あえてプログラムを直し、その結果、全機種対応のテスト段階になって、正体不明のバグに悩まされるとは思ってもみなかったのですから。

第2章

音響効果の
ノウハウ&テクニック



マシン語でFM音源から音を出せるようになると、ついついそれですべてを征服したような気分になります。しかし、それがいかに甘い考えか、身をもって知らされる今日この頃です。音を出すことなど、楽器に例えれば初歩の初歩なのですね。ピアノなど、それこそ押せば音は出るのです。そこからピアニストへの道がどれほど長いか……。

せめて「バイエル」、何とか「ソナチネ」。そう思って挫折した人がどれだけいるのでしょう。私なぞ「子供のバイエル」さえ中途半端であえなく挫折です。FM音源も、音など出せて当たり前、単にスタート地点に立ったに過ぎないのです。そこからどういう進歩を遂げるか、未来を夢みる権利はみな平等としかいいようがありません。

とはいえ、世間の進歩は決して止まってはくれません。すでに、サウンドボードIIが世に出ています。さらに、天下のNECのこと、いつサウンドボードIIIなんていうのが出てくるのか……ウカウカしていられませんね、お互い……。

1．FM音源は宝箱

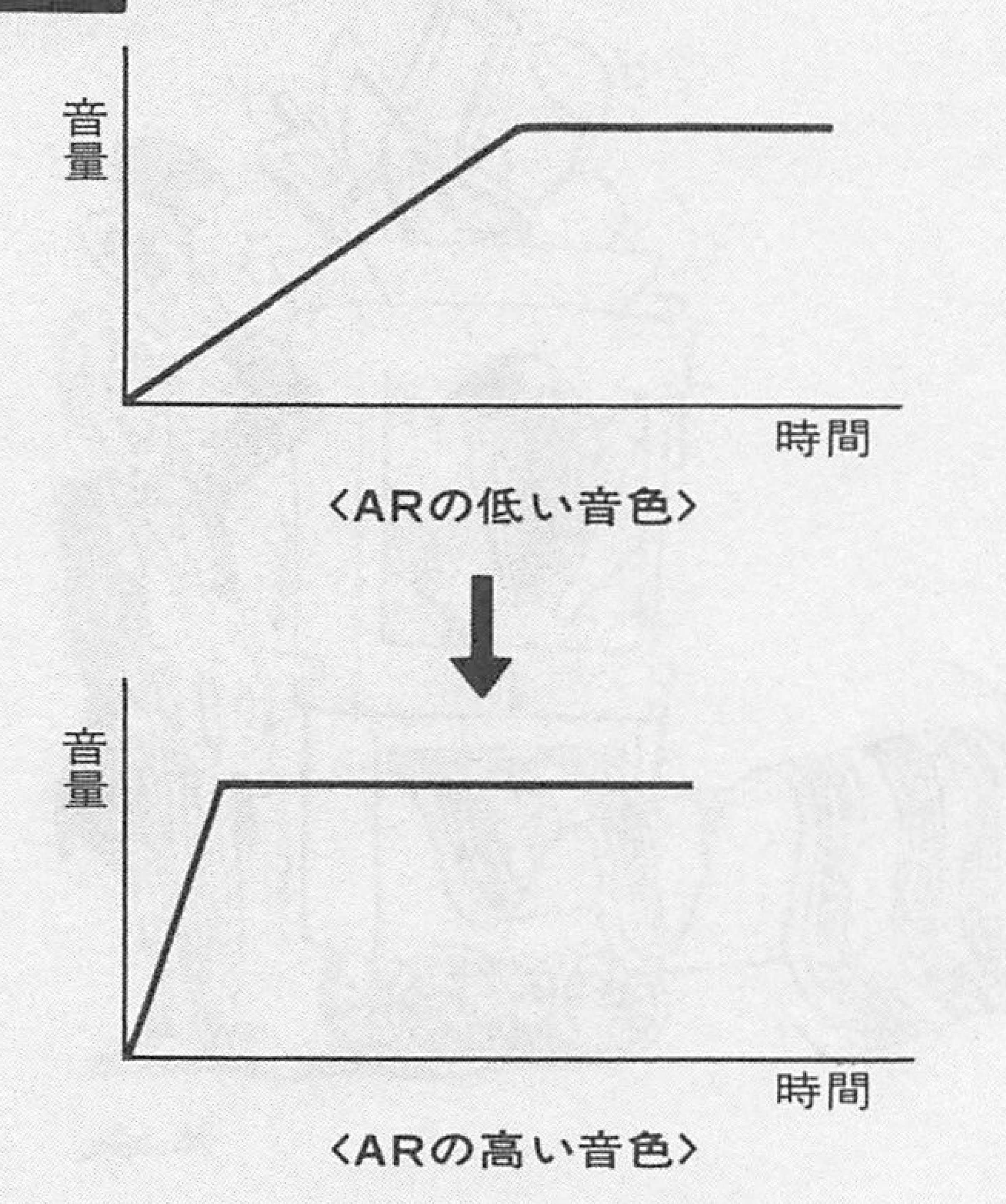
RPGで宝箱を発見したときの期待と興奮、あれはいい気分ですね。なかに入っているのは、謎の宝剣か、それとも秘密のアイテムか……。我を忘れて、一直線に宝箱へと向かいます。でも、それもフタを開けるまでのお話です。いざフタを開けてみたら、中身は薬草だったり、少しばかりのゴールドだったり、ほとんど取るに足りないものです。それでも、最初のうちは貧乏ですから、中身はともあれ、ウレシイことに変わりありません。時には呪われたアイテムや空き箱に出会うことだってあります。そういったものも「枯木も山のにぎわい」で、許せないことではありません。しかし、ミミック[注]が宝箱に化けていたなんていうのでは、一転して不快指数が高まってしまいます。

FM音源ICとは、ちょうどこんな宝箱みたいなものです。期待通りの働きをすることもあれば、期待はずれの結果に終わることもあります。なかには、磨けば光るかもしれないという正体不明のアイテムもあります。これから出てくるFM音源IC宝箱の数々……その中身は、サウンドドライバ設計の際に出てきた難題、そして試行錯誤の末見つけた解決策、さらには音響効果を演出するためのノウハウなどいろいろです。みなさんは、こういったサウンドドライバに秘められた背景を知ることで、サウンドドライバをより有効に利用することができるようになるはずです。決して、フタを開けずに通り過ぎることなどないよう、中身をよく確認してステージ・クリアしていってください。

■ 宝箱その１　ARの怪

BASICのMMLで演奏プログラムを組んだとき、なぜかAR（Attack Rate）が思うように音色にはね返らない、すなわち「ARが無視されてしまう」という怪現象に悩まされたことはないでしょうか。例えば、

図2.1　ARの怪の現象



注：RPGによく出てくるモンスター。いろいろなものに姿を変え、主人公を惑わして突然襲いかかる。お金、美人、食べ物、宝石……そんな魅力に誘惑されては多くの勇者が命を落としていった。

尺八のような音の立ち上がりが遅い（AR が低い）音色で演奏しようとしたときなど、実際に鳴らしてみると**図 2.1** のように AR を高くしたような立ち上がりになってしまうことがあります。

厳密には、最初の 1 音や休符の後には、きちんと尺八の「フォーッ」という AR の低い音が出るのですが、音が連続すると AR の高い音になってしまいます。こうなると、どんなにソフトな音色を持った楽器でも、ピアノや打楽器のような音質に様変わりしてしまいます。

不思議なことに、この現象は MML コマンドで Q（1 音中の音の長さの割合）の値を 7 以下に設定すると解消します。また、音の立ち上がりを AR で行わずに、SE (13) を利用した場合も、かなりいい結果が得られます。しかし、それでも完全にうまくはいきません。

このような症状から原因を追究していくと、たどり着いたのは RR (Release Rate) の残音の影響という結論でした。RR はキーオフしてから始まります。そのときキーオフしてから、次にキーオンするまでに RR による音量の変化がない場合、次の音の AR に何らかの影響を与えるらしいのです。ですから、もしも RR＝0（最大）にすると、音量の変化はほとんどなくなり、理論上はどうやってもこの症状から抜けられないことになります。実際には、RR＝0 でも 1 分もあれば音は消えますが、それを待っていては演奏などできせん。

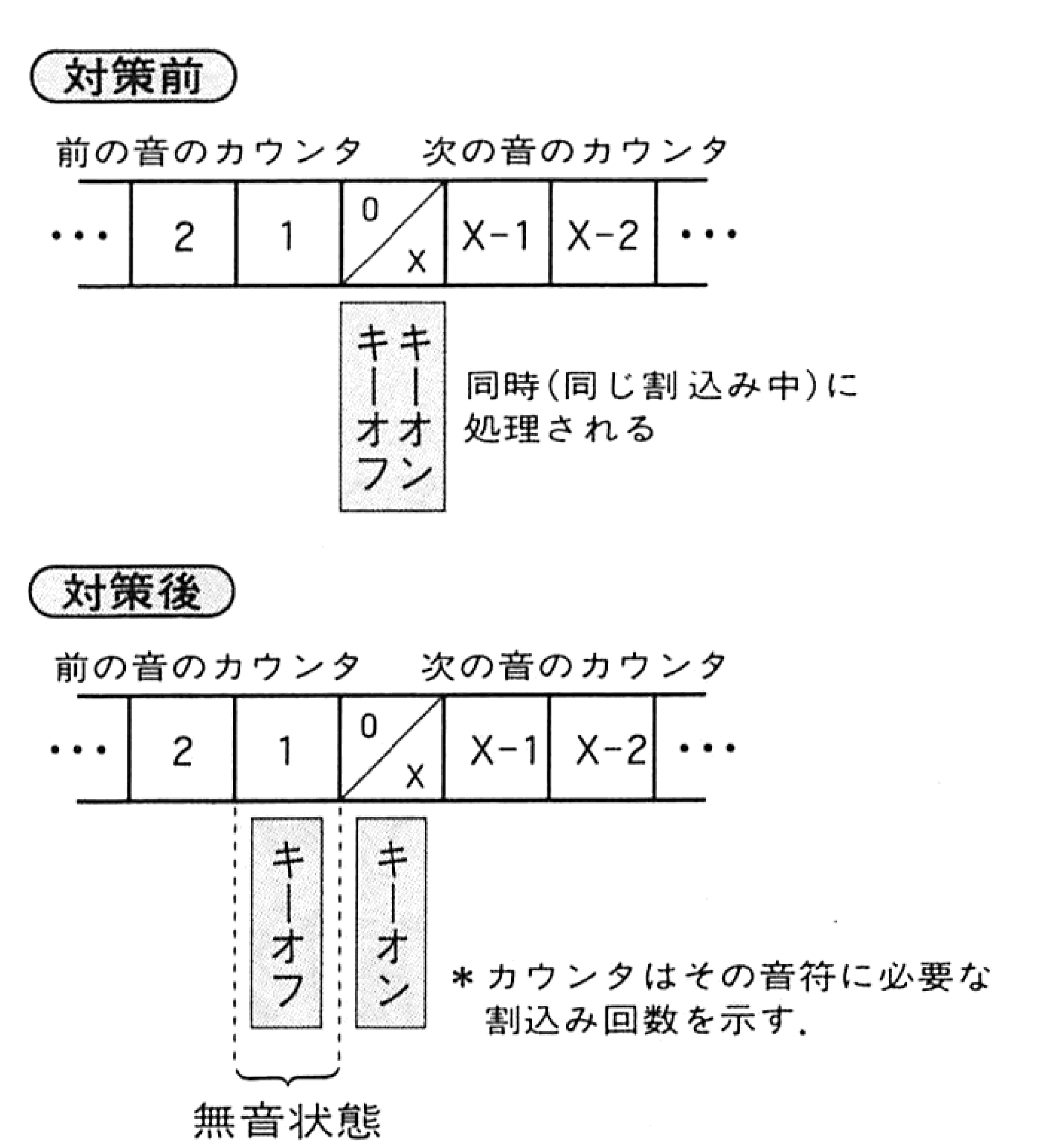
したがって、RR の設定は必要最小限に（数値的にはできるだけ高く）抑えておくべきです。これが、この症状から抜け出るための第一歩です。

では、どの程度の時間が経てば、次の AR が前の RR の影響を受けなくてすむのでしょう。試行錯誤の結果、非常にあいまいな表現ですが、割込み 1 回分の無音状態があれば、前の RR の影響がなくなるということが判明しました。表現があいまいなのは、RR の値によって条件がまったく異なるからですが、それにしても不明瞭ですね。目安として 1/600 秒以上といっておきましょうか。

これを、もしサウンドドライバで実現するならば、**図 2.2** のように次の音を出す直前の割込みで、無音状態を 1 回作り出してやればいいわけです。

したがって、「音を出す」ことと「無音状態を作る」ことを考えると、割込み回数は 64

図 2.2　AR の怪の対策



分音符につき最低2回はかかるように考えなければなりません。

もっとも、第1章で行った割込みテストでも、64分音符には最低3回の割込みをかけていましたし、この点については何ら問題はないでしょう。また、この程度の無音状態ならば、Qを指定したときのように、音が途切れる感じがすることもありません。

第1章で作成した音色エディタでは、カナキーを押すと自動的に「ドレミ……」が鳴りました。その演奏は1/60秒のVRTC割込みによって行われていましたが、この「ARの怪」を避けるために、各音の後にはその6倍の無音状態が確保されています。一方、キーボードを押すことによって出る音のほうには、無音ウェイトはまったく入れてありませんから、キーを連打するだけで簡単にこの現象に襲われてしまいます。ぜひ実験してみてください。

割込みのテストプログラム(P48)には、無音ウェイトは入っていません。こちらも、音色をARの低い音色に変更するなどして、実験してみてください。この「ARの怪」の恐ろしさが改めて実感できるでしょう。



どうやら、宝箱その1の中身はミミックだったようです。しかし、ダメージを受けながらも何とか倒したというところでしょうか……。

■ 宝箱その2　FM音源プチノイズ

FM音源で演奏中に、キーオンされるたびに「プツッ」という耳ざわりなノイズが入ることがあります。特に、静かなメロディのときには、このプチノイズがたまらなく気になります。しかし、相手が正体不明のノイズとなると、対策を立てようとしても、なかなか思うようにいきません。

キーオンによるノイズなら、キーオンの直前に音量を0にし、キーオン後に音量を元にもどせば解決するはずです。しかし、実際には、その方法ではこの問題を解決できませんでした。

原因を探っているうちに、どうやら音量(本体のボリュームではなく、内部音量です)が関係していることがわかりました。それは音を出している最中に、音量を極端に変化させることで、この現象を再現できたからです。キーオフの間や、なめらかな音量変化ではこのノイズは出ません。

さんざん悩まされていましたが、思わぬところでこの問題は解決しました。音量が極端に変化するということは、つまり「ARが無視されている」ということにも通じます。もう気が付いた人もいることでしょう。これも、何とあの「ARの怪」のもたらす副作用だったのです。

今度はノイズを気にしながら、割込みのテストプログラム(P48)を使って、もう一度「ARの怪」で行ったのと同じ実験をして

確認してみてください。プログラムは共通でも、チェックする内容が違うところが進歩ですね。

それにしても、まったくタイプの異なる敵に化けるとは、「ARの怪」こそ本物のミミックでは……。

■ 宝箱その３　SSG音源プチノイズ

迷惑なプチノイズは、何もFM音源にだけ発生するものではありません。SSG音源にも立派に（？）存在しています。ただし、こちらのほうの正体はすぐに見破ることができます。音が出ていようがいまいが、音量を変化させれば、それだけで音量に見合った大きさのノイズが出てしまうのです。

このノイズは、エンベロープによる自動的な音量変化によっても起こります。SSG音源のテストプログラム（P92のリスト1.6）を実行し、エンベロープを8、10、12、14のどれかにします。そして、周期を3くらいにしてから、音は出さずにボリュームだけを16以上にしてみてください。完全にプチノイズだけのエンベロープが聞こえてきます。

ところが、この対策はハッキリいって立てようがありません。なにせ無音の状態でもノイズになってしまうのですから、プログラムではどうしようもないのです。ただ、無音時のエンベロープ・ノイズは、ボリュームを15以下にすれば防ぐことができます。

つまり、せめてもの対策は、音をオフにするときにはレジスタ7だけでなく、「音量レジスタのビット4もリセットする」といったところでしょうか。あるいは、いっそのこと音量を0にしてしまってもいいですね。そうすれば、エンベロープ（8、10、12、14）を使用した後でも、残骸ノイズの心配はなくなります。その代わり、次に音を出すときには音量を再設定しなければならないのは当然です。

この宝箱は、どうも防御不可能な呪いのアイテムが入っていたようです。

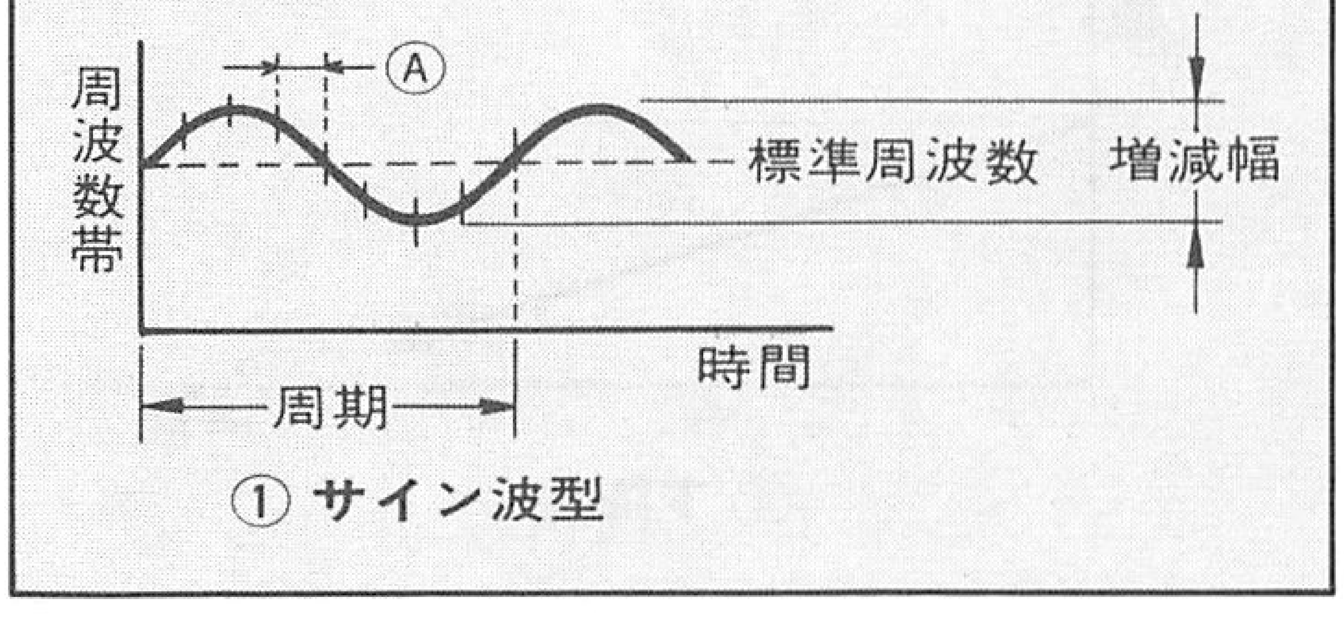
■ 宝箱その４　ビブラート

ビブラートとは、周波数を一定の周期で波うたせることをいいます。一番ノーマルなのは、図2.3のように周波数を滑らかに変化させることです。

ビブラートには、音を震わせる効果があります。これは、変化の周期（時間）と深度（増減幅）によって受ける感じがかなり変わってきます。つまり、ビブラートはこの2つのパラメータを与えてやれば表現できるわけです。

周期について述べれば、実際には周期そのもの（1サイクルに要する時間）ではなく、周波数を変化させる時間（図2.3のⒶの間隔を単位としたもの）で表すのが一般的です。第3章のサウンドドライバではこの間隔を割込み回数で表し、一定の割込み回

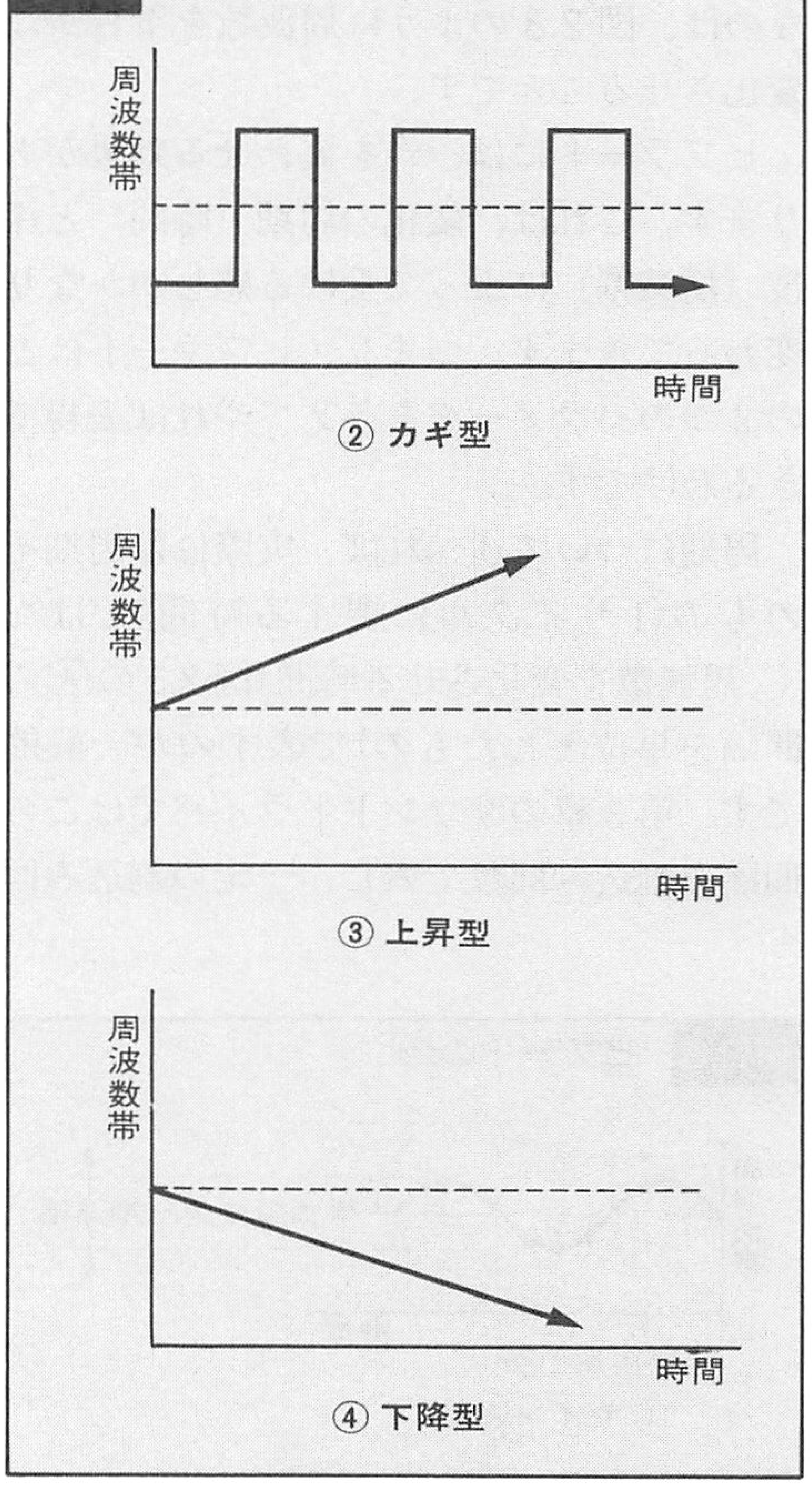
図2.3　ビブラートの変化



数に達したら、周波数データを増加（＋1）あるいは減少（−1）するようにしています。また、増減幅（正確には増減幅÷2）が深度となります。したがって、波形は正確にはサイン波ではなく、頂点と頂点を結ぶ三角波となります。しかし、これでも十分ビブラート効果を出すことができます。

表現として「ビブラート」という言葉が妥当かどうかはわかりませんが、周波数の変化のさせかたにはいろいろ考えられます。第３章にあるサウンドドライバでは、前述のノーマルなビブラートに加えて、図2.4のような変化もさせられるようになっています。上昇型や下降型は特に「ポルタメント」と呼ばれますが、本書ではビブラートの変形として扱っています。

図2.4　サウンドドライバのビブラートパターン



これらの周波数変化は音色としても利用できますが、どちらかというと効果音に向いています。おそらく、サウンドドライバ上でテストした暁には、気分はゲームセンターに飛んでいることでしょう。

周波数変化の方法としては、このほかにも「乱数による変化」「データによる変化」「周期の変化」……など多くの手法があります。また、それにより音声らしきものを出すことも不可能ではありません（音声分析、データ作成のハードを作れればの話ですが）。効果音に至っては、それこそ無限の可能性を秘めているといえます。

これこそが、まぼろしの秘宝の入った宝箱だったのでは……！？

■ 宝箱その５　トレモロ

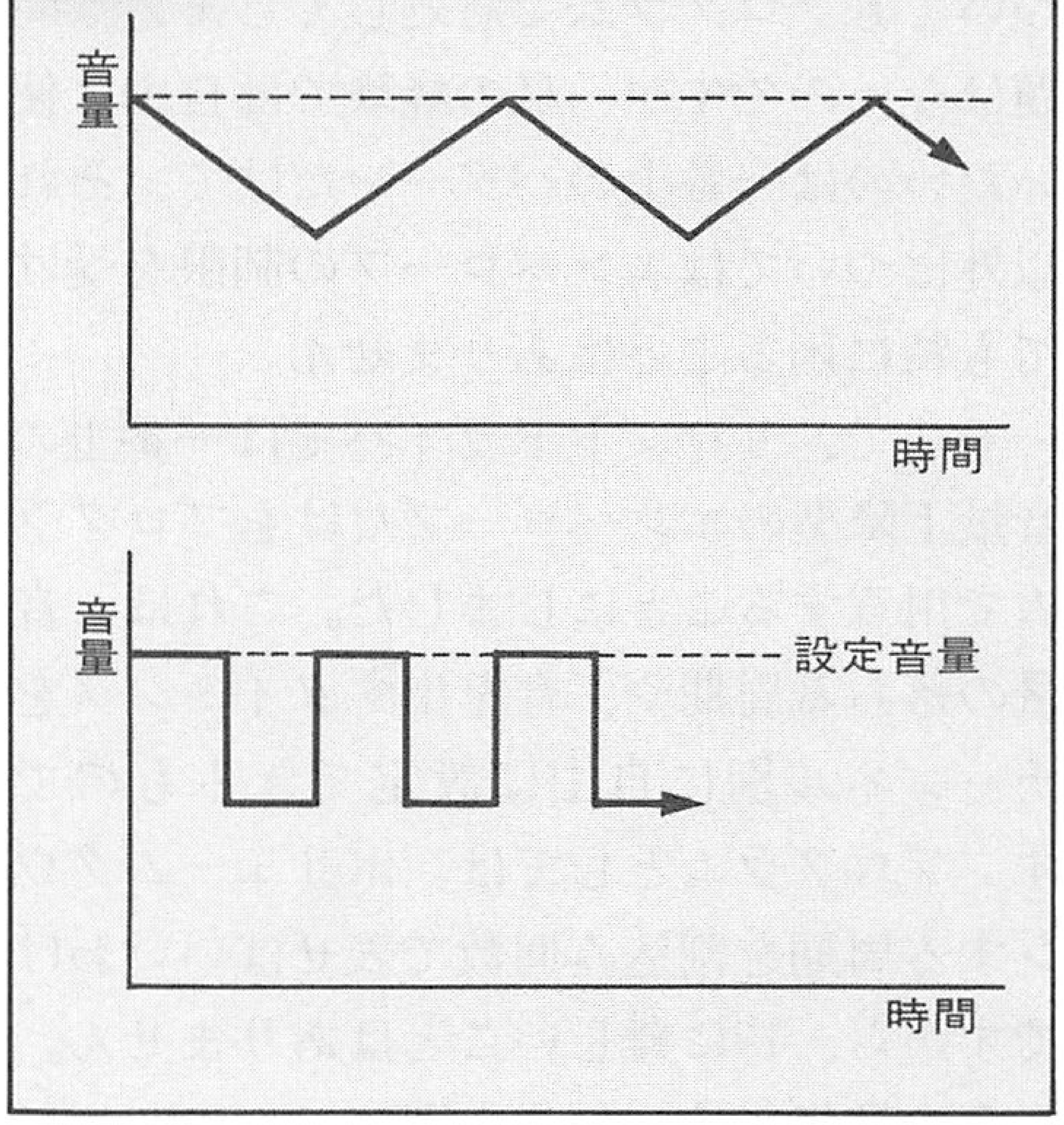
ビブラートが「周波数の変化」なら、トレモロは「ボリュームの変化」です。つまり、一定の周期で音量を変化させることをいいます。ビブラートはソフトウェア処理（サウンドドライバ）で実現しましたが、こちらはハードウェアで実現することも可能です。FM音源にもSSG音源にも、エンベロープ（SSGタイプエンベロープ）という自動的に音量を変化させる機能がありました。あの一部は、れっきとしたトレモロなのです。しかし、惜しむらくは、あのエン

ベロープでは音量の変化レベルの操作ができません。周期のコントロールだけでは、トレモロとしての強弱がつけられません。

結局、ビブラートと同様に、これもソフトウェアで処理することになります。ただし、ビブラートと違って、音量の変化には例のプチノイズの魔手が常についてまわります。そのことを承知のうえで、サウンドドライバでは図 2.5 のような波形のトレモロを用意しました。

FM 音源では、AR や DR、SR により音量の上昇／下降が自由にできますから、これ以上の音量操作は不要でしょう。一方、SSG 音源にはそういったエンベロープを作る機能がないので、少し不満ですが、純粋なトレモロ効果だけになります。

図 2.5　サウンドドライバのトレモロパターン



■ 宝箱その 6　SSG 用ソフトウェア・エンベロープ

SSG 音源で用意されているエンベロープは、第 1 章でふれたように事実上 1 つのチャンネルでしか利用できません。これは、非常に不便なことです。もう一度、図 1.18 を見てください。大別すると、ここには「周期的に音量変化を繰り返すパターン」と、「音量変化が終わると一定の音量になるパターン」とがあります。

周期的に音量変化を繰り返すパターンは、サウンドドライバで用意するトレモロ（宝箱その 5）で何とか代用することができ

● ワウワウ ●

サウンドドライバには用意してありませんが、シンセサイザなどにはたいてい「ワウワウ」という機能が付いています。これは音色を変化させて音を震わせる機能のことで、いわば「音色のビブラート」といったものです。

FM 音源のボリューム操作は、キャリアとなるスロットの OL 操作でしたが、これをモジュレータに対して行うのです。モジュレータの OL は、ボリュームではなく音色に関係してきますから、結果的に音色のビブラートとなるわけです。

PC-8801 を完全なシンセサイザとして扱おうというのであれば、こういった機能を付け加えるのもおもしろいでしょう。

ます。同様に一定の音量になるパターンについてもプログラムで対処してしまえば問題はないのですが、私の経験では自由に使いたいのは一番上のパターンだけで、それ以外についてはエンベロープの制限を受けても特に困ることはありません。

そこで、サウンドドライバでは一番上の音量下降型のエンベロープだけをプログラムで用意することにしました。これは、音量の落ちる周期や、音を出すタイミングをチャンネル別に自由に設定できるものです。プログラムとしては、ボリュームダウンする周期を割込み回数で表せばいいわけですから、特に難しいことはありません。

その結果、チャンネル別にノーマル、ソフトウェア・エンベロープ、ハードウェア・エンベロープと使い分けることができ、SSG音源の実用性は大幅にアップします。さらに、これをトレモロと分けてあるのがポイントです。エンベロープで音量を下げながらトレモロとしての効果も付加し、おまけにビブラートで周波数に揺さぶりをかける……。どうやら、SSG音源でも擬似音色ができそうではないですか。

■ 宝箱その７　エコー

エコーには、2種類あります。「ヤッホー」と叫んで「ヤッホーヤッホーヤッホー……」と繰り返す**やまびこエコー**、そしてカラオケやお風呂で響く**リバーブエコー（別名ホールエコー）**です。

やまびこエコーを作るには、チャンネルを2つ使います。まず、1チャンネル目の音を出し、終了まぎわに2チャンネル目で同じ音をボリュームを落として流します。これを交互に繰り返していくと、**図2.6**のように、やまびこのように鳴り響きながら音が消えていきます。

もちろん、この手法で長い音楽を演奏するわけにはいきません。目的がやまびこ効果ですから、やまびこらしい間隔で繰り返し演奏ができなければ意味がなくなってしまいます。したがって、このテクニックは、原則として擬音や効果音向きといえるでしょう。「どうしても長い音楽をやまびこエコーで……」という場合は、やまびこの数だけチャンネルを確保するしかありません。その場合、チャンネル間でボリューム差をつけずに、「コーラス効果」をねらってみる

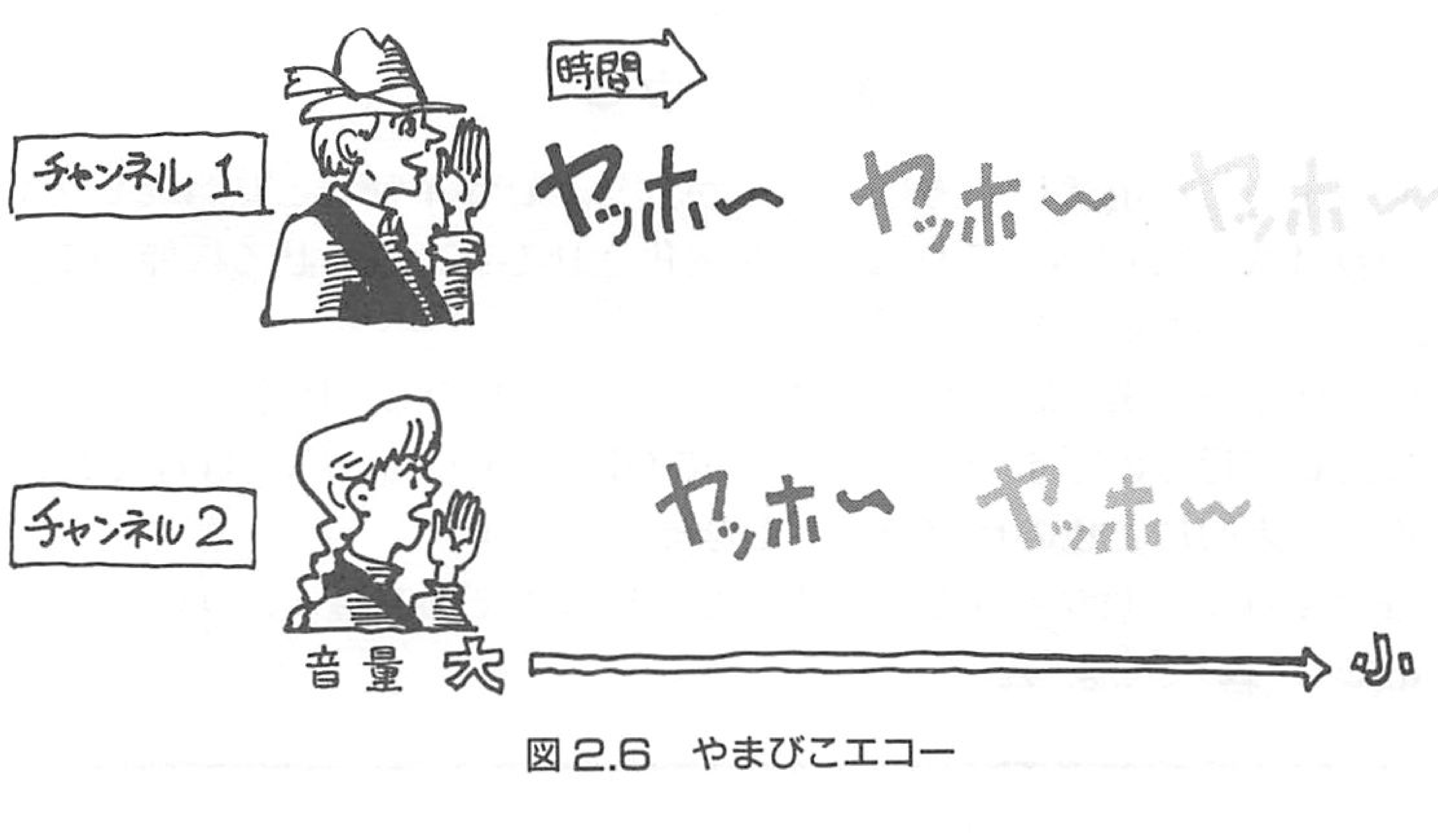


図2.6　やまびこエコー

とおもしろいかもしれません。

やまびこにチャンネルを2つ使うのが惜しいという場合は、やまびこのオーバーラップはありませんが、ボリュームを落としながら同じ音を鳴らして似せることもできます。

BASICでも、次のようにすれば簡単にテストすることができます。

```
CMD PLAY"L4V15CDEV12CDE
V9CDEV6CDEV3CDEV1CDE"
```

このテストからもわかるように、これらの手法によるやまびこエコーは、データの処理だけですむテクニックです。特別なプログラムを用意しなくても、原理さえ知っていればいつでも使えます。

もう1つのリバーブエコーについてですが、これも原理的には似たようなものです。ただし、リバーブエコーは狭い空間での残響ですから、エコーを繰り返すのではなく、音の余韻が感じられればいいわけです。したがって、やまびこのように一時的な効果音ではなく、どちらかというと音色の一部として演奏に使用したい効果です。

リバーブエコーは、チャンネルを2つ用いると簡単に実現できます。2チャンネル目のボリュームを極端に下げ、演奏開始を1チャンネル目よりほんの少し遅らせてやるだけです。これだけでリバーブらしく聞こえます。しかし、曲として演奏をさせる以上、リバーブのために演奏チャンネル数が減ってしまっては効果も半減してしまいます。できることなら、1つのチャンネルで実現したいものです。

では、1つの音に対して1つのチャンネルでリバーブエコーらしく聞かせるにはどうすればいいのでしょう。まずは、BASICで実現してみしょう。

```
CMD PLAY,,,"V15C2L8V9CV8C
V7CV6CV5CV4CV3CV2CV1C"
```

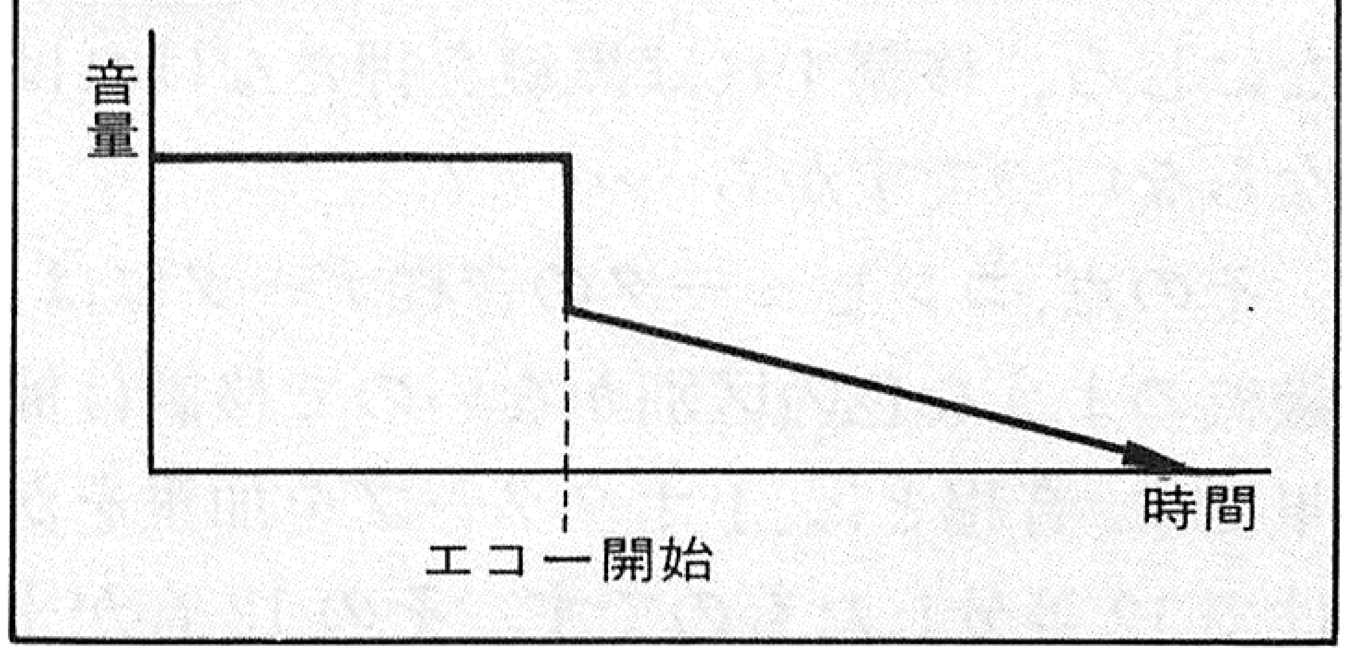
エコーの効果があったように聞こえたでしょうか。このボリュームの変化を表すと図2.7のようになります。

SSG音源で実験したのは、FM音源だとDR、SRによる音量変化があるため、音色によってはエコー開始時にエンベロープによりボリュームがそれ以下に落ちていることがあるからです。

このボリューム変更によるリバーブエコーは、原理は簡単なのですが、問題はいかにして1つの音をこのように分割するかです。毎回手作業でこのデータを作っていたのでは、データ量が多くなるばかりか、入力も大変です。

そこで、サウンドドライバではQを利用することにしました。つまり、Qの設定によって生じる無音部分を、完全に無音にするだけでなく、ボリュームダウンによる残

図2.7　擬似リバーブエコーのボリューム変化



響としても活用できるようにするのです。残響の付け方は、FM 音源と SSG 音源で若干変えてありますが、無音を含めて 4 種類用意してあります。

それらは第 3 章で示しますので、ここでは残響に対する基本的な手法だけを理解しておいてください。

この宝箱も、ビブラート並みの価値がありそうですが、エコーはたまにかけてこそ効果があるものです。カラオケのように、猫もしゃくしもエコーエコーでは、聞くほうの耳もありがたみを忘れてしまいます。

■ 宝箱その８　移調

私のように歌のへたな人間は、音痴の言い訳に「どうもキーが合わなくて……」などと平然とごまかしますが、本物のバンドがバックに控えているとなるとそうもいきません。それは、キーの上げ下げが自由自在だからです。音楽的には、このようなことを曲の頭から行う場合は**移調**（または**変調**）、曲の途中からする場合は**転調**、と区別をつけているようですが、実体は同じことです。

例えば、ピアノで「ドレミファソラシド」といえば、普通は白鍵ばかりですが、キーを 1 度上げると「ド」は右上の黒鍵になります。音楽に強い人は移調など簡単なことでしょうが、誰もがそうとはかぎりません。なにしろ、移調すれば黒鍵を押さなければならないのですから…… ！?

その点、コンピュータの音程データには、鍵盤のような色の区別がないので移調は簡単です。音程とは、1 オクターブを加重をかけて 12 等分したものです。その 12 音が平等に一直線に並んでいるわけですから、「ド」の位置さえ決めてやれば、どこからスタートしてもキーの配列は同じ感覚です。

ただし、これは音程データを全オクターブ分並べた場合の話で、実際にはド～シのデータ（ハ長調基準）とオクターブで全音を表すのが普通ですから、移調によりオクターブが変化する音符は**図 2.8** のようにー概に簡単ともいえませんが。

本書のサウンドドライバでは、このようなことも考慮したうえで、FM／SSG ともにキーを－12～＋12 の範囲で自由に変えられるようにしてあります。つまり、最大限上下 1 オクターブのキー変更ができるわけです。

SSG 音源でのキー変更はそれほど価値があるとは思いませんが、FM 音源ではプリセットの音色間でキーがズレていたりします。どんなにいい音色でも、チャンネル間でキーが合わなければ不協和音になってしまいます。移調（キー調整）には、それを矯正する役目もあるわけです。

図 2.8　移調と音程データ

音程の表現：オクターブ＋音程データ

用意している音程データ

ド	ド#	レ	レ#	ミ	ファ	ソb	ソ	ソ#	ラ	ラ#	シ

＊キーを＋1 度上げた場合，隣りの音程データを読めばいいが，〝シ〟の音はオクターブ＋１して〝ド〟の音程データを読まなければならない．

■ 宝箱その９　フェード

俳優に例えるなら、音楽は主役を張れるだけの大物です。事実、BASIC の MML では、音楽を主役と認めて（？）孤立させています。しかし、いつも主役では活躍の場がかぎられてしまいます。「名優はわき役をやらせても名優」とよくいいますが、音楽にもわき役が似合うときがあります。ただし、そのためにはわき役に徹せるような状況設定が必要です。つまり、音楽を有効に使うためには、音楽を目立たないようにするテクニックも要求されてくるのです。

映画やドラマに熱中していると、会話だけの状態からいつの間にか BGM が流れていることがあります。それとは逆に、いつの間にか BGM が消えていることもあります。この切り替えを感じさせないのは、演出のうまさもあるでしょうが、音楽効果としてフェードイン／フェードアウトのテクニックが使われているからです。このテクニックを、そのままサウンドドライバにも取り入れてみました。

フェードイン／フェードアウトする間隔の変更は自由です。また、フェードアウトの開始タイミングはフラグ１つですから、曲のどこからでも OK です。ただし、フェードイン／フェードアウトはリズムも含めて全チャンネル一斉に行われます。

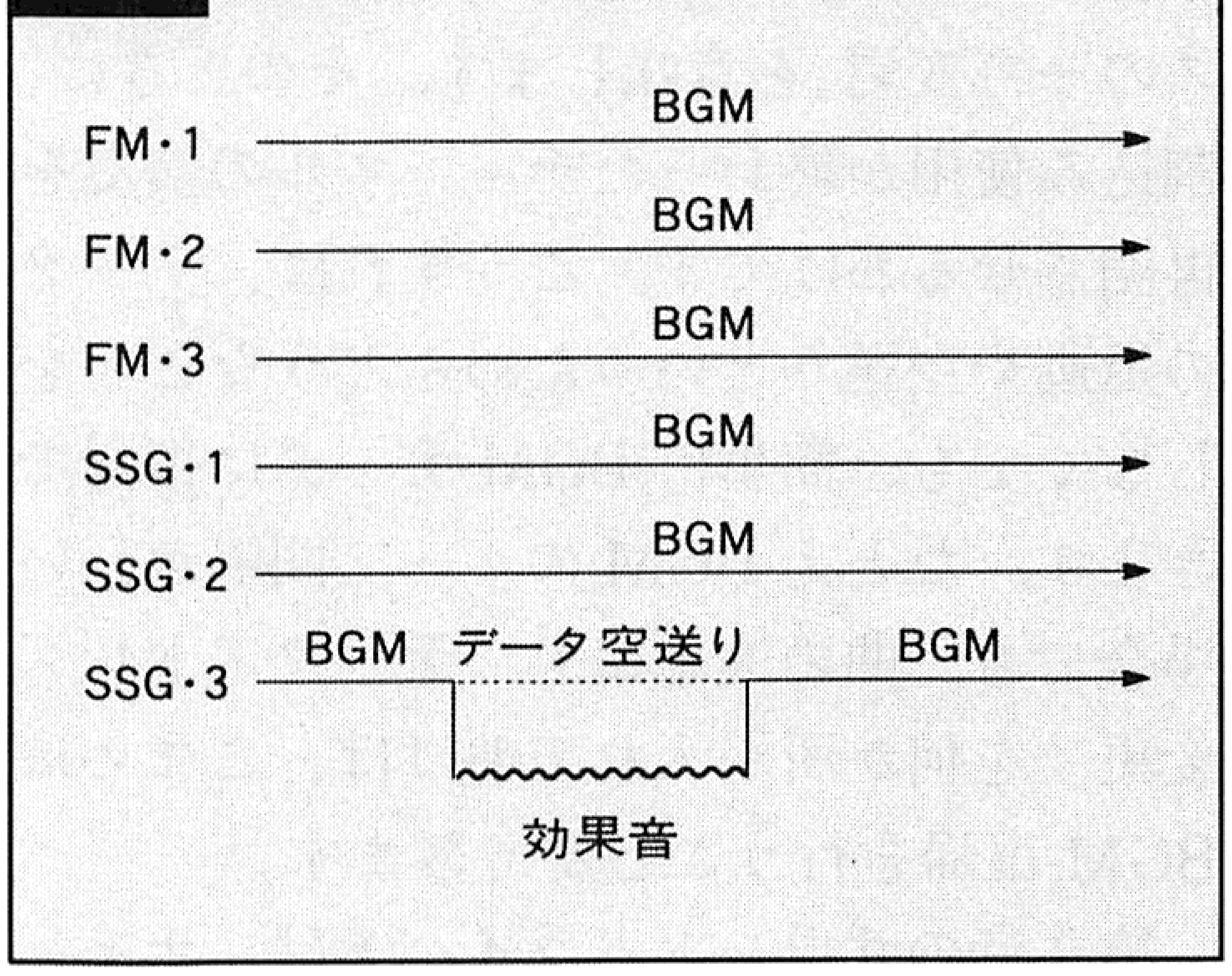
プログラム的には、フェードの間隔は割込みの回数をカウントすればいいので簡単ですが、フェード中のボリューム変更、およびフェードインのボリューム上限などは細かく考慮する必要があります。そのため、フェード・プログラムは単なるボリューム変更だけでなく、常にフェードを考えたプログラムにしなければなりません。これは、見かけ以上にめんどうなものです。しかし、フェードによる演出効果もそれに見合うだけの価値があるといえるでしょう。

■ 宝箱その 10
チャンネル３の割込み使用

最近のゲームは音楽に相当な力を入れています。そのため、BGM に全チャンネルを使用することも少なくありません。それはそれでいいのですが、ゲームである以上、効果音も無視するわけにはいきません。効果音のないゲームなんて、寿司からしょう油を奪われたようなものです。味を取りもどすためには、何とかして効果音を鳴らさなければなりません。

そこで考えられたのが、チャンネルの割込み使用です。図 2.9 のように、効果音のために専用のチャンネルを確保できないなら、効果音のときだけチャンネルを空けてもらい、効果音が終わったら再び BGM にもどそうというのです。

図 2.9　SSG のチャンネル３に割込む



ウサギ小屋に住む日本人ならではの発想ですが、本格的にこれをやるとなるとけっこう大変です。方法としては、BGM側のワークエリアの内容をすべて退避させ、効果音を流している間は音を出さずにデータだけを進ませます。そして、効果音の終了と同時に退避していたデータを元にもどします。

たったこれだけのことですが、データを空送りするプログラムが、サウンドドライバをもう1つ用意するくらい長くなってしまいます。PSG3声しかない機種ならともかく、FM音源まで搭載しているわけですから、これほど几帳面に対処しなくても音楽的な不自然さはないのでは……。

割込み使用開始のタイミングは、効果音の命ですから絶対にずらせません。ですが、割込み使用が終わった後、元のBGMに復帰するタイミングならば、条件を少しゆるくしてもいいでしょう。そこで、サウンドドライバでは、効果音からの復帰を曲の特定の場所からだけに限定しました。

BGMというのは、演奏が終われば曲の先頭にもどり、再び演奏するのが普通です。これは、プログラム的には「データアドレスの一斉変更」を意味します。そのときに、割込み使用が終わったチャンネルの演奏を再開させるわけです。こうすれば、データの退避や空送りといっためんどうなことをしなくても、簡単にBGMデータに復帰できます。たとえBGMのループ間隔が長い場合でも、曲の途中にも「データアドレス変更」を何か所か入れておけば、こまめにBGM復帰を行うことができます。

第3章のサウンドドライバでは、チャンネルの割込み使用をチャンネル3だけに限定し、演奏への復帰作業はチャンネル1のデータのなかで行うようになっています。

具体的には、チャンネル1のデータアドレス変更の際、チャンネル3が演奏中であれば何もせず、そうでない場合のみチャンネル3のデータアドレスをセットし、演奏開始のフラグを立てています。

これは、チャンネル3であればFM音源とSSG音源のどちらに対しても有効です。音楽に凝りたい、効果音もほしい、おまけにメモリも節約したい、こういった本格派のフルRAMプログラマ向けのテクニックです。

■ 宝箱その11　ノイズ、ビブラート

SSG音源にはノイズを発生する便利な機能がありますが、このノイズもまともに使用したのでは、誰が操作しても同じようなノイズにしかなりません。現代は個性の時代ですから、ノイズにもおしゃれをしてやりましょう。

すでに発見済みの宝箱に、音程をいじる「ビブラート」がありました。ノイズに音程はありませんが、0から31まであるノイズパターンには、それぞれにノイズとしての特徴があります。これをビブラートと同じ感覚でコントロールすると、1つのノイズからは考えられなかったような味わいが出てくるのです。

しかし、用途としてはあくまでも効果音ですし、ノイズそのものもチャンネルごとに別々のノイズ番号として使用できるわけではありません。そこで、SSG音源のチャンネル3でノイズを使用している場合にか

ぎって、ビブラートを音程ではなくノイズにかかるようにしました。ビブラートのパターンは音程に対するものとまったく同じですから、効果音の種類は格段に広がります。さらに、トレモロやソフトウェア・エンベロープを加えると、SSG音源での効果音対策はバッチリでしょう。

■ 宝箱その12　拡張言語

音楽を演奏中に、ある特定の音符の演奏をタイミングとして、その後でカラーパレットを変えてみたいとか、何がしかのフラグを立てたいということがよくあります。しかし、音楽ツールにこういった特殊な動作を行わせるような命令が用意されていることは、まずありません。また、後から行わせるようにすることも、ほどんど不可能です。

したがって、このままでは音楽のスタート／ストップを含め、すべての条件をメインプログラム側で判断しなければなりません。しかし、多忙なメインプログラムで特定の音符をチェックするというような作業は非現実的です。

また、例えば2度演奏したらテンポや音色を変えるとか、一定の条件が満たされるまで同じ音を繰り返すとか、いわゆる「自分自身への命令」も必要なことがあります。

こういったさまざまな命令に対応するためには、音楽データのなかでプログラムを実行しなければ、とてもフォローしきれません。そのために用意したのが、プログラムを実行する命令（第3章のMSLの@PROG参照）です。これがあれば、音楽データがメインプログラムをコントロールすることも可能ですし、音楽データによる音楽自身へのコントロールも可能です。

単なるデータの集まりであった音楽データが、これでとうとう言語へと進化したのです……と書かれても、すぐにはピンとこないかもしれません。この命令は、本書のサウンドドライバが音楽だけを対象にしていないからこそ生まれた特殊命令なのです。つまり、サウンドをゲームなどの大きなプログラムの一環として認め、サウンドそのものがプログラムの役割を果たせるようにしているのです。本書のタイトル『マシン語サウンドプログラミング』の語源も、この宝箱に潜んでいたわけです。

発展性のない言語は、言語ではなく「限語」です。その意味において、決められたことしか実行できないMMLは、「Music Macro Language」ではなく「Music Macro Limited」と改めるべきでしょう。

以上が、あなたがここで発見した宝箱のすべてです。小さな宝箱は、このほかにもたくさんあります。それらは、第3章のサウンドドライバのなかにも埋もれているし、またあなたの頭脳のなかにも埋もれています。サウンドドライバにある宝箱は誰でも発見できますが、あなたの頭のなかの宝箱はあなたにしか発見できません。そういった秘められた宝箱を発見することも、真の勇者としての務めかもしれません。

ここで手に入れた宝箱の中身は、サウンドドライバで使用できるようになっているものばかりです。イザというときに、宝の持ち腐れにならないよう、宝の種類と用途くらいは覚えておいてください。

2. サウンドボードII

FM音源ICコントロールの宝の山を手に入れた勇者（あなたのことですョ）は、すぐにでもサウンドドライバの眠る第3章へと進みたいことでしょう。しかし、目の前にさらに大きな宝箱を持った難敵が現れてしまいました。敵の名前は**サウンドボードII**。そうです、PC-8801FA/MA/MA2(1988年現在)に標準装備され、しかも初代PC-8801からすべての機種にオプション装備できるという超大物です。

FM音源6声(ステレオ可)、SSG音源3声、リズム音源6声(ステレオ可)、ADPCM(ステレオ可)……。これだけ魅力ある宝箱を見せつけられては、勇者であれば無視して通るわけにはいきません。しかも、この宝は前の宝と組み合わせて使用することができるのです。ひょっとすると、攻撃力倍増のとてつもない武器に生まれ変わるかもしれません。あわてることなく、この宝を手に入れてしまいましょう。難敵といっても、どうせ本書を読めば攻略できる程度のものなのですから。

……と、いっているうちに敵はもうボロを出し始めました。ステレオ、ステレオと胸を張っているようですが、よく見るとステレオではなく、音の出力を左右に切り換えるだけ……すなわち「右(R)」「左(L)」「両方(LR)」のいずれかが指定できるだけだったのです。

本来の意味での「ステレオ」ならば、図2.10のように左から聞こえるものは右からも必ず聞こえます。さらに、右と左ではその比率により、わずかですが音の届く時間も違うはずです。ここまでのことが1つの

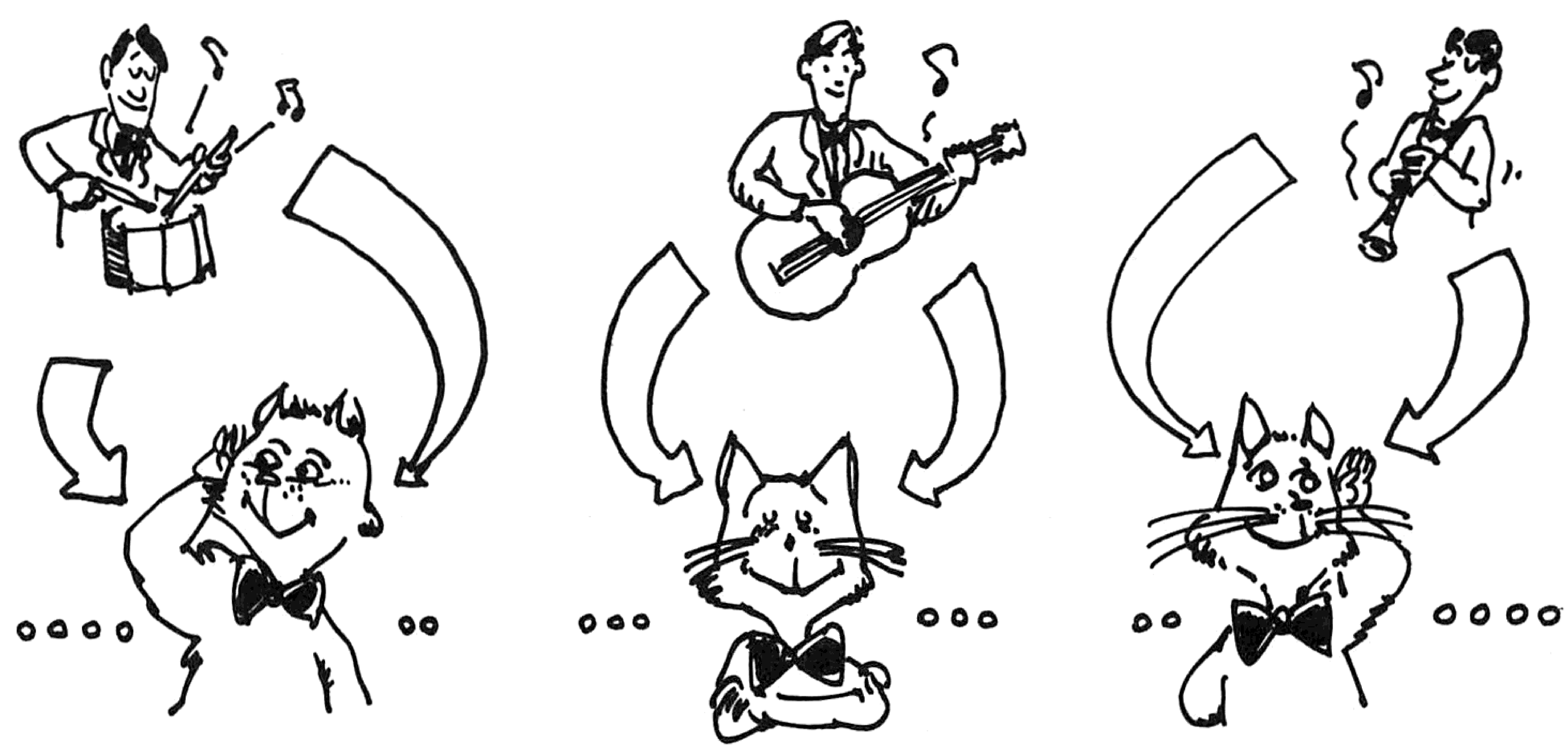


図2.10　ステレオとは……

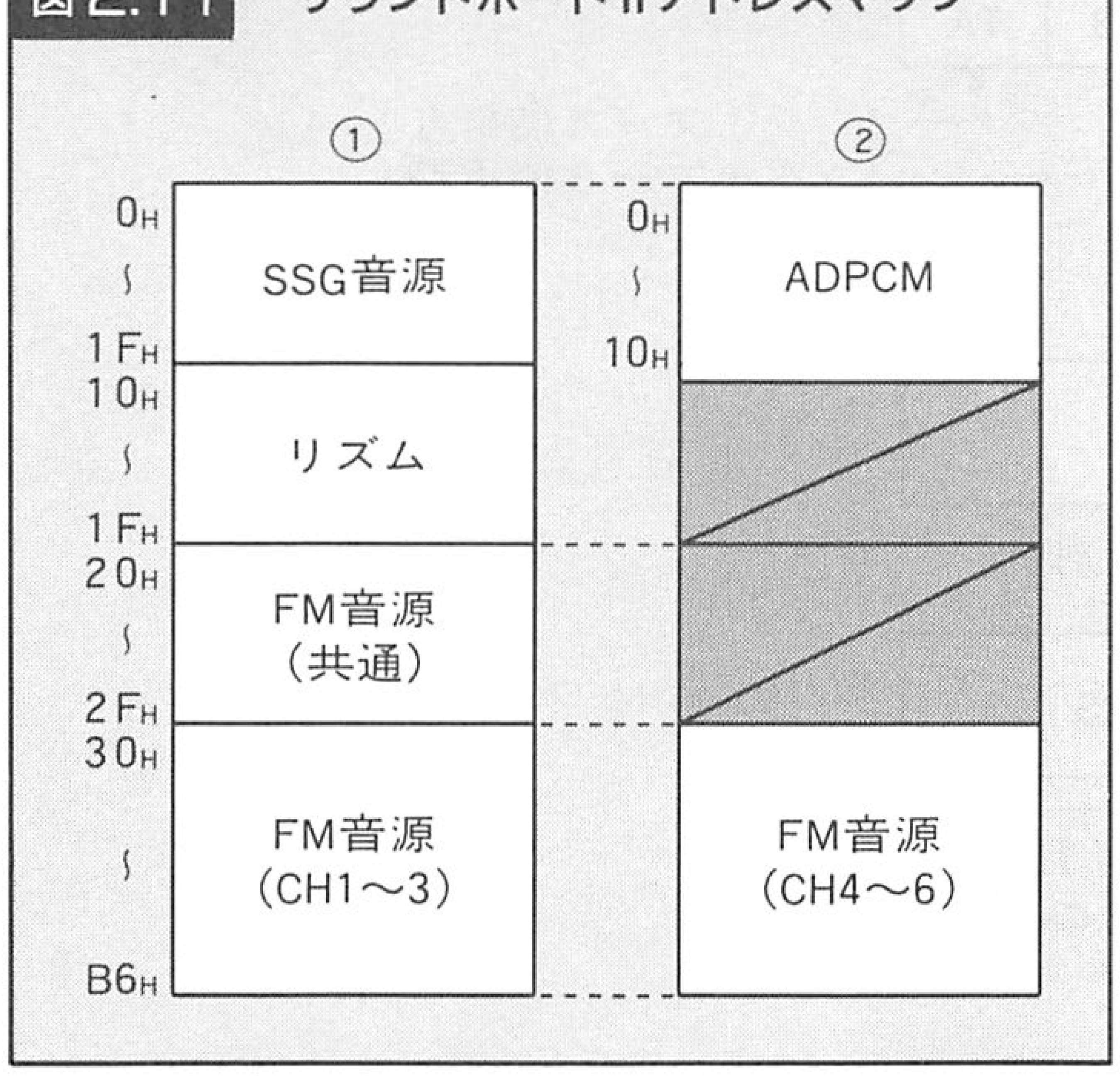
音源でできるようになると、本当に「ステレオ可」といえるのですが、残念ながらそこまで行う機能はありません。

ただし、これはサウンドボードIIに対する理解を深めるために述べたのであって、利用価値がないということではありません。事実、2チャンネルを用いれば完全なステレオ再生が可能ですし、単純な左右出力でもモノラルとは比べものにならないほど、音に奥行きが出るようになります。

では、まずサウンドボードIIをコントロールするに当たり、図2.11のアドレスマップから見てみましょう。

簡単にいえば、従来1つであったFM音源ICが2つになったようなものです。SSG音源については、アドレスも内容もまったく変更されていません。リズムとADPCMに関しては、それぞれ別の節で取り上げていきますから、ここでは存在を確認するだけにとどめます。

図2.11 サウンドボードIIアドレスマップ



となると、残るは必然的にFM音源ということになりますが、基本的なコントロールの方法は従来と同じです。違うのは、チャンネル数が6つに増えたこと、ステレオ(左右への切り換え)が可能になったこと、およびLFO(ビブラートとトレモロ)がハードウェアでサポートされたことです。

では、次頁の図2.12により変更になったアドレスとその内容を見てください。

まずLFO(Low Frequency Oscillator)関係についてですが、ここでサポートされているビブラートとトレモロは、どちらも標準的なサイン波タイプ(実際には三角波)です。前節の宝箱にあったような、特殊なパターンは用意されていません。

このLFOは独立した発振器なので、音楽のテンポが変わってもビブラートやトレモロの周期は変わらないという特徴があります。しかし、LFOは全チャンネルで1つしかありませんから、チャンネルごと、あるいはビブラートやトレモロ別に、異なる周期を選ぶというわけにはいきません。

これは、6種類もの音色を使用できるFM音源にとっては、非常に不満の残るところです。このあたりのことも考えると、サウンドドライバでビブラートとトレモロをサポートした現在、このLFOは不要と断言してもいいでしょう。ただし、せっかくあるものを無視するのももったいないので、サウンドドライバ上ではいちおうこのLFOに対するフォローもしてあります。

では、次にアドレス29Hに目を移してください。このレジスタは大変重要なレジスタで、いわばサウンドボードIIの関所みたいなところです。サウンド割込みや

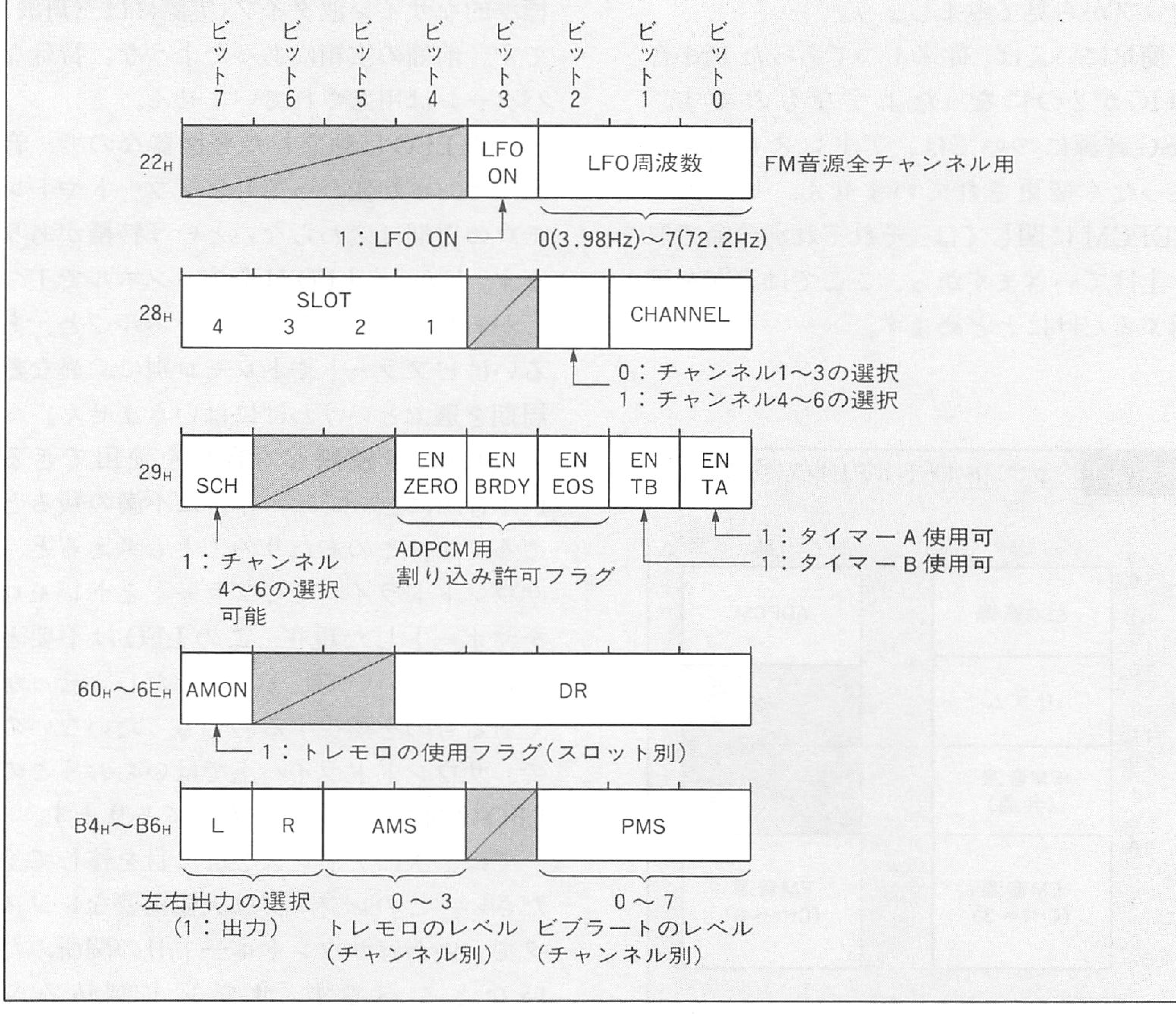
ADPCM割込み、さらにチャンネル4～6の使用を希望する際には、この関所の許可を得ておかなければなりません。

とりあえず、ADPCMを割込みによってコントロールすることはあまりないと考えると、例えばタイマーA割込みを使ってサウンドボードIIをコントロールするのであれば、$10000001_B = 81_H$をレジスタ29_Hへ送ればいいわけです。

この「ビット7を立てる」ことは図2.11の②の部分をアクセスするという意味ではなく、あくまでもチャンネル4～6の使用許可を受けたというだけのことです。そのため、29_Hの内容を変更しないかぎり、許可を受けるのは1度でOKです。

従来と変わったもう1つのレジスタが、アドレス28_Hです。このレジスタではキーのオン／オフを担当していましたが、ビッ

図2.12　サウンドボードII変更内容



ト2を1にすることによって、チャンネル4〜6のキーオン／オフとなります。つまり、下位4ビットだけを見ると、0〜2がチャンネル1〜3用、4〜6がチャンネル4〜6用というわけです。

さて、レジスタの内容についての変更点は以上なのですが、これだけではP117図2.11の①の部分しかアクセスできません。確かに、チャンネル4〜6の使用とキーのオン／オフは可能になったのですが、肝心の音色データを送る方法が不明です。実は、これが本節最大の山場であり、めんどうな部分なのです。

その理由は、サウンドボードIIがオプションでも発売になっているというところにあります。そして、そのアクセス方法が機種によって2通りに分かれているからなのです。また、オプションですから、すべての人がサウンドボードIIを取り付けているとはかぎりません。

さらに、PC-8801FH以降の機種では、サウンドボードIIの出力が本体の内部スピーカへもOR（左右の音が重ねて）出力されますが、PC-8801SRからPC-8801FRまでの機種では内部スピーカへOR出力されません。つまり、外部スピーカが接続されていない場合、音がまったく出ないのです。

このことをプログラムで判定することはできませんが、ユーザーからのリクエストによって、例えば［カナ］キーが押されていればサウンドボードIIをスキップするなど、何らかの救済策を残しておきたいものです。

これは、なにも本書や市販ソフトのためばかりではなく、個人レベルでも自宅以外のパソコンで使用することを考慮しておいたほうがいいからです。

こういった、複雑な条件を満たすために、まずは機種別のサウンドボードIIの違いを**図2.13**に示しますので見てください。

第1章のプログラムで何度も出てきたサブルーチンに「OUT45」がありましたが、ここで使われていたI/Oポートのアドレスの違いで、音色データがFM1〜3に入るかFM4〜6に入るかが区別されます。つまり、PC-8801FH以降の機種についていえば、「OUT45」で使用しているI/Oポート44H、45Hを46H、47Hに変えることにより、自動的に図2.11の②を選択したことになります。

第1章のプログラムがPC-8801SR以降の全機種に対応していたのは、標準装備の音源を使用するかぎり、チャンネル1〜3はすべての機種において44Hと45Hを通してアクセスするようになっているからです。ところが、図2.13で明らかなように、オプションのサウンドボードIIを取り付けた場合、PC-8801FR以前の機種ではI/Oポートがまったく変わってきます。

この理由は、オプションボードの取り付

図2.13 機種によるサウンドボードIIの違い

		FR/MR以前	FH/MH以降
I/Oポート	SSG・FM1〜3	A8H, A9H	44H, 45H
	ADPCM・FM4〜6	ACH, ADH	46H, 47H
サウンド割込みマスク		AAH（ビット7）	32H（ビット7）

● PC-8801SR～FRが古いと感じる方へ ●

PC-8801FR以前の機種では、オプションボードの取り付けかたの違いが逆におもしろい効果を引き出しています。何と、従来のサウンド機能がまったく独立した音源として使えるのです。正確には、オプションボードのほうが独立して使えるというべきなのでしょうが、とにかくFM音源9声＋SSG音源6声＋リズム6声＋ADPCMというサウンドマシンができあがるわけです。なお、そのときはサウンド割込みの許可を受けるために、両方のポート(32_H、AA_H)のビット7を0にしなければなりません。

ユーザーの条件が限定されるので、ここではこれ以上言及しませんが、プログラム的には「OUT45」のI/Oポートをそのまま使うだけですから、条件の合う方は一度試してみると優越感に浸れるかもしれません。

け方法の違いから推測すると、PC-8801FH／MHではすでにサウンドボードIIを考慮して設計されていたのに、PC-8801FR以前の機種ではそのようなことを考えていなかったためだと思われます。

さて、サウンド割込みの許可はアドレス29_Hで一度受けましたが、同様に許可をもう1か所で受ける必要があります。これは、標準仕様のマシンとオプションのサウンドボードIIを装備したPC-8801FR以前の機種で異なります。前者についてはI/Oポート32_Hのビット7(0＝許可、1＝マスク)で、後者についてはI/OポートAA_Hのビット7（0＝許可、1＝マスク）となっています。

こういった条件を乗り越えて、全機種対応のプログラムを組むためには、まず機種の判定とサウンドボードIIの取り付け状態を調べる必要があります。

(1) 機種の判別方法

ROMアドレス$79D7_H$の値を見ることにより、すべての機種（正確にはROM BASICのバージョン）が判別できるようになっています（図2.14）。

図2.14　機種の判別

機種(シリーズ)	$79D7_H$の値	(カッコ内はアスキーコード)
PC-8801	30_H～31_H	('0'～'1')
PC-8801mkII	33_H	('3')
PC-8801mkII SR	34_H	('4')
PC-8801mkII TR/FR/MR	35_H～37_H	('5'～'7')
PC-8801 FH/MH	38_H	('8')
PC-8801 FA/MA	39_H	('9')

マシン語では「LD　A, (79D7H)」とすればいいのですが、BASICからマシン語に入る場合、単純にそういかないことがあるので注意が必要です。USR文でマシン語を実行するのならいいのですが、CALL文の場合には拡張ROMがセレクトされている

ことがあるからです。これは、旧88ではCALL文がDISK BASICでしかサポートされていなかったことによる後遺症です。

この対策方法としては、マシン語をUSR文によって実行するか、あるいはプログラム側で次のように対処します。

```
IN      A,(71H)      ……①
LD      D,A
LD      A,0FFH
OUT     (71H),A      ……②
LD      A,(79D7H)
LD      E,A
LD      A,D
OUT     (71H),A      ……③
LD      A,E          ……④
```

①I/Oポート71_Hは拡張ROMのセレクト状態を示す。ビット0〜7が拡張ROM1〜8に対応し、ビットが0の拡張ROMをセレクトする。
②拡張ROMをセレクトしない。すなわちメインROMのセレクトを意味する。
③拡張ROMのセレクト状態を元にもどす。
④A=($79D7_H$)の値。

(2) サウンドボードIIの有無

サウンドボードIIが装備されている場合は、FM音源ICアドレスFF_Hの内容が1になっています。それ以外の場合は不定(1以外)です。これが、サウンドボードIIの有無を判定する方法です。

不親切な本ならこれでオシマイです。しかし、いざプログラムを組むとなると、これだけの情報では困ることがあります。それは、PC-8801FR以前の機種におけるI/Oポートの選び方です。オプションボードを付けていないなら44_Hと45_Hを、オプションボードを付けているなら$A8_H$と$A9_H$を使用すべきだと考えられるからです。

しかし、オプションボードを付けているかどうかを判定するというのに、それによって使用するポートが変わるのでは、すでに判定の必要性がなくなっていますね。これでは、どう考えても矛盾します。

結論からいうと、PC-8801FR以前の機種においては、すべて$A8_H$と$A9_H$を使用して判定するようになっているのです。というのは、標準ではこの2つのポートは未使用なのです。したがって、オプションボードを取り付けていないかぎり、これらは単なる無駄命令に終わるのです。おそらく

● お金とヒマのある人へ ●

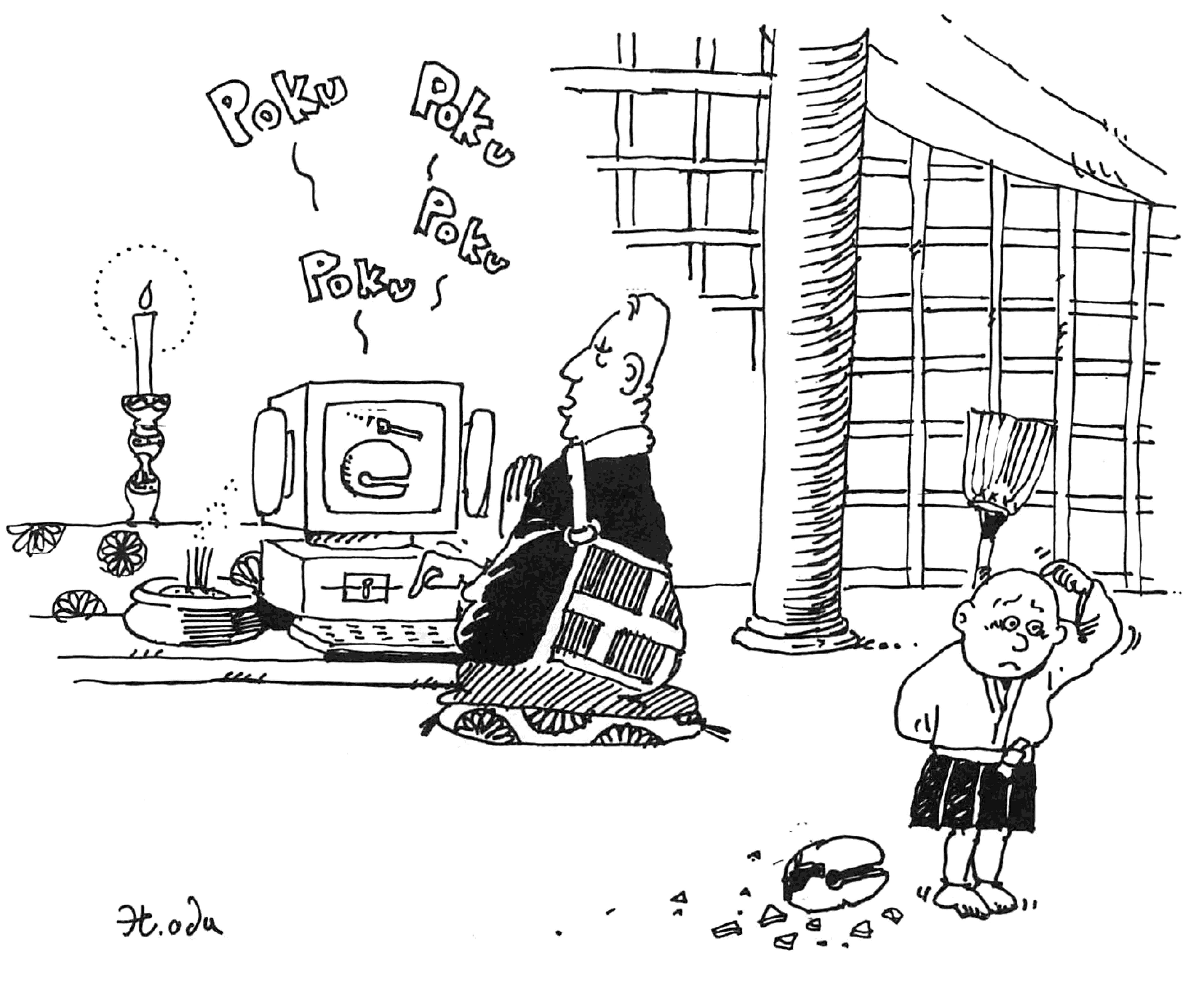
$44〜47_H$を使用するPC-8801FH以降の機種では、PC-8801FR以前の機種に付けるべきオプションボード($A8_H$、$A9_H$、AC_H、AD_Hを使用するサウンドボードII)も取り付け可能なはずです。そうすると、FM音源12声、SSG音源6声、リズム12声、ADPCM2声、という裏ワザ的な化け物サウンドマシンに変身するのでは……。未確認のマル秘情報でした。

IN 命令では FF_H（255）がもどってくるはずです。ちなみに、PC-8801FH 以降の機種で同じことを $A8_H$ と $A9_H$ で実験すると、やはり FF_H（255）がもどってきます。

FM 音源と SSG 音源に関するかぎり、従来の FM 音源 IC もサウンドボードIIも似たようなものです。要は、違う部分を正確に把握して、どの機種にも対応できるよう配慮してやればいいのです。それをするかしないかで、個人のプログラムになるか、汎用性のあるプログラムになるかが決定されるわけです。

ウーム、プログラムの極意は気配りにあったのか！

こうつぶやいた勇者は、サウンドボードIIにかなりのダメージを与えた……。



3. リズム・コントロール

サウンドボードIIのメッキがかなりはげてきたところで、敵はとうとう新兵器**リズム音源**を見せつけてきました。これは音色の変更はできませんが、6種類ものプリセットされた音色（バスドラム、スネアドラム、シンバル、ハイハット、タム、リムショット）を発声してくれるというすばらしいものです。

FM音源やSSG音源の一部を惜しみながらリズムに使っていたことを思うと、あまりにもオイシイ宝箱ではありませんか。これを見てしまった以上は、リズム音源をフォローしないサウンドドライバを作るわけにはいきません。

どうせ、敵の差し出す次の武器はADPCMとわかっているのですが、ADPCMを音楽の一部に使用してしまうことには、その能力から考えると抵抗もあります。あれだけの録音再生能力を持っているわけですから、用途はそのつど変えていくのが現実的な対応といえるでしょう。

その点、リズム音源は用途がはっきりしています。音楽で使ってやらなければ、ほとんど利用価値がないのです。サウンドドライバへの手みやげとして、とりあえずリズム音源の操作方法をマスターしておきましょう。

音色の決まったリズムは、複雑なことは何もできないし、またする必要がないようになっています。そのため、リズム音源のために用意されているレジスタ・アドレスの構成も、次頁の**図2.15**のようにシンプルなものとなっています。

リズム音別に左右の出力選択とボリュームがコントロールでき、それを補うように全体のボリューム調整が可能になっています。ボリュームの範囲は、リズム音別が0～31、トータルが0～63と、それぞれBASICの倍の精度になっています。したがって、BASICの感覚でボリューム設定をすると、ボリュームが半分になってしまうので注意してください。

そして、残る1つのレジスタ（10_H）でそれぞれのリズムのオン／オフを行うようになっています。一見簡単そうですが、このレジスタの操作だけは少しばかり複雑です。基本的には、このレジスタのビット7の値によって、各リズムビットの意味が変わります。

ビット7=0のとき

リズムビット=1になっている音がキーオンされます。リズムビット=0の音に対しては、影響を与えません。

ビット7=1のとき

リズムビット=1になっている音がキーオフされます。リズムビット=0の音に対しては、影響を与えません。

それぞれのリズムパターンはキーオンと同時に発生し、いずれも楽器の特徴から、音量の急激に落下するエンベロープを描きます。したがって、リズムが鳴っている最中に音をカットするのでなければ、キーオ

フという作業は特に必要としません。おそらく、6種のリズムのなかで音をカットして効果があるのはシンバルぐらいのものでしょう。

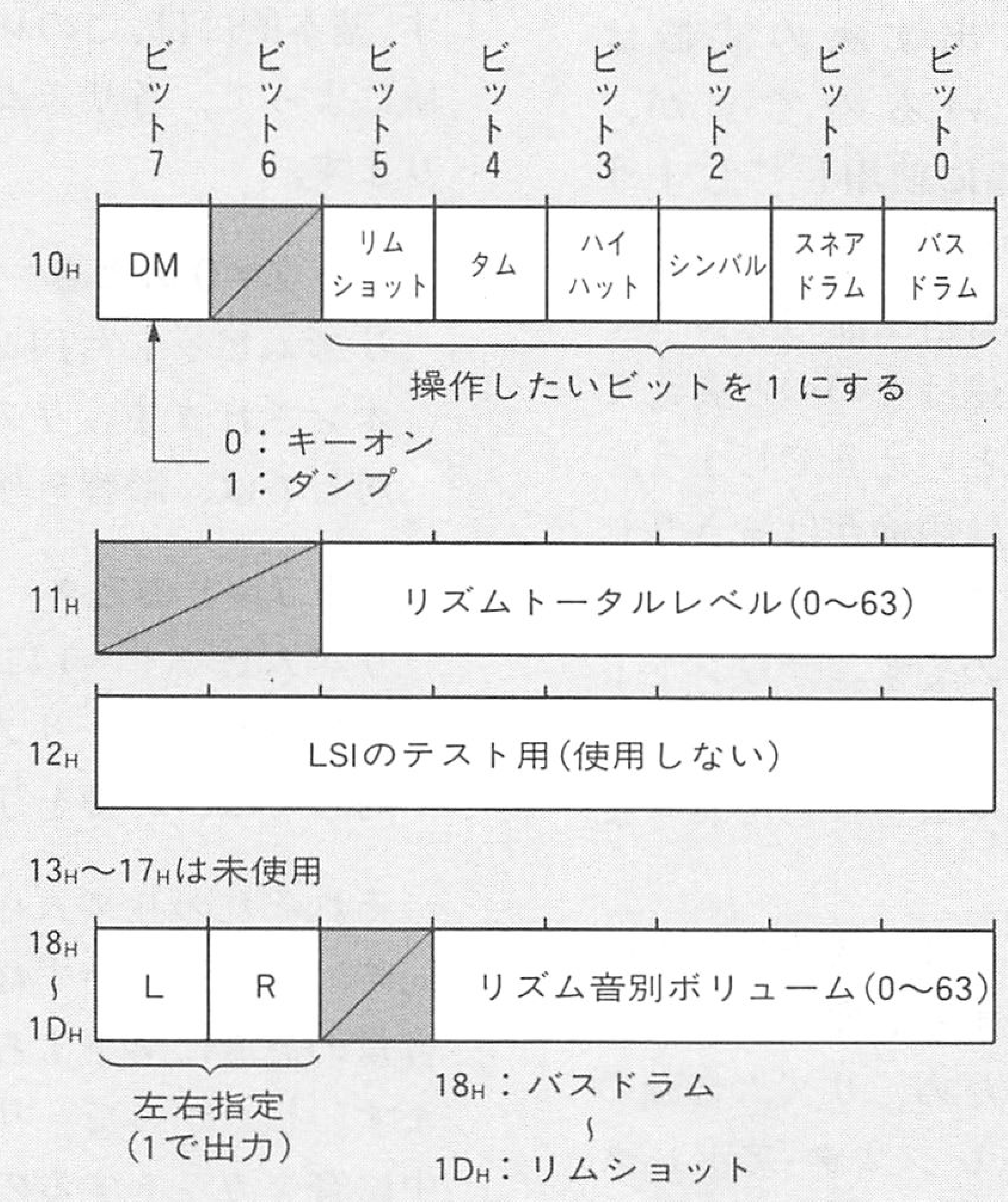
どう見てもシンプルそのものといった感じで、どこが複雑なのか疑問に思われた方も多いはずです。確かにデータに沿ってリズムを演奏するのであれば、データで示された通りにビットを立てればいいので簡単です。しかし、データのない場合は、キーオフ／キーオンのデータ作成に頭をヒネらなければなりません。

ここで紹介する**リスト2.1**(P127)は、テンキーの[1]～[6]により各リズム音を発声させるというプログラムです。まずは、プログラムを実行して各リズムの感触を楽しんでください。キーボードを使ってリズムを出すなんていうのは、これが最初で最後のことになるかもしれませんね。

前の節で覚えたばかりの機種判定、およびサウンドボードIIの有無をキチンと処理していますから、プログラムは全機種対応です。とはいっても、サウンドボードIIが装備されていなければ、すぐにBASICへもどってしまいますが。

プログラムを実行するには、リスト2.1をアセンブル後、BASICから次のようにコールします。

図2.15　リズム部のアドレスマップ



```
CLEAR,&HB5FF
A =&HB600:CALL A
```

1つのレジスタ（10H）で複数のオン／オフを管理する場合には、ほかのチャンネルに影響を与えないようにするのが意外とめんどうです。文章ではわかりにくいので、具体的な例をあげてみましょう。

例）
①現在発声中のリズムビット＝00000111B
②テンキーのチェック　＝00110011B
③リズムキーオフ　＝10000100B
④リズムキーオン　＝00110000B

この例は、シンバル、スネアドラム、バスドラムが鳴っている最中に、テンキーの状態を調べたら、シンバルがカットされて新たにリムショットとタムを鳴らすようになっていたというものです。

この場合、情報として確保できるのは①②だけですから、③④の値は①②から作成しなければなりません。ただし、③のビット7はキーオフのためのものですから、除いて考えてください。

プログラム（リスト2.1）ではこれを論理演算を用いて処理しています。まず、Dレジスタには常に①のデータが入るようにしておきます。そして、テンキーの入力状態を調べ、押されたキーのリズムビットが1になるよう入力データを変形します。そして、その値がDレジスタと違っている場合だけ、③④の処理へ移行するようになっています。そこでの論理演算は次のようなものです。

XOR　D＝00110100B
AND　D＝00000100B ……※

※ビット7を立てて③のデータとする

こうして、キーオフをしたら再びDレジスタとテンキーの入力データとの論理演算をします。Eレジスタはテンキーの入力データです。

XOR　D＝00110100B
AND　E＝00110000B ……※

※④のデータとなり、0でなければキーオンをする

そして、Eレジスタの値をDレジスタに移し、次のキー入力チェックへとループさせるわけです。

なぜこのプログラムだけ詳しく説明をしたかというと、このように論理演算をヤリクリする有効な例があまりないからです。これを機会に、論理演算で数値を自在に変形できるようになっておきましょう。もしかすると、あなたがこれまでに作成してきたマシン語プログラムのなかにも、論理演算のヤリクリで処理できる部分が発見できるかもしれません。

リズム操作をマスターした上に、直接リズムには関係のないメリットをもたらしたとすれば、これは通常の経験値アップに加え、+20ポイントのボーナス経験値をもらったようなものです。勇者の攻撃の前に、サウンドボードIIはADPCMを残したまま、その巨体を大きく震わして地上に倒れてしまいました……ドッスーン！！

● マニュアルのミス ●

ここで、本体（PC-8801FA）のマニュアルにあるRML（Rhythm Macro Language）の解説のなかに、おかしなミスがあるのでお知らせします。それは「リズムキーの長さを♩/12（音楽記号では、付点32音符）で指定する」という部分です。これは♩/12の12を、何を勘違いしたのか「12＝8＋8÷2」だから♩/8（32分音符）とその半分である♩/16（64分音符）を足せばいい、とモノスゴイ論理展開をしたためのようです。

私は、♩/12という無理数的な表現には親しめなかったので、不用意にも付点32分音符のほうを信頼したのです。おかげで、サウンドドライバのなかでFM音源部とテンポが合わず、2日間も無駄な時間を費やしてしまいました。

12という数の根拠は、4でも3でも割れるので三連符に対応できるという点にあるようですが、そのため32分音符以下の音符には長さを合わせることができません。例えば、32分休符の後にリズムを打つなんてことはできないわけです。

とにかく、リズム部だけがこのような不規則な音符を基準としていては、楽譜から入力する際にもいちいち音長を換算しなければならず、非常にめんどうです。そこで、本書のサウンドドライバでは、64分音符と♩/12の好きなほうを選べるようにしました。具体的には、64分音符当たりの割込み回数を3の倍数に設定(テンポによって変化)し、♩/12表記のときにはこれを4/3倍して対処しています。

つまり、割込み回数3回が64分音符の長さだとすれば、4分音符当たりの割込み総数は48回ですから、♩/12の長さは割込み4回に相当するわけです。これをリズムテンポとしてリズム側で設定すればいいのです。

ただし、本書のサウンドドライバではリズムテンポの標準を64分音符基準とし、メイン側のテンポ指定に合わせて自動的に変更されるようにしています。したがって、64分音符基準のときにはリズムテンポを指定する必要はありませんが、♩/12基準にする場合はメイン側のテンポ設定と同じタイミングで、4/3倍したリズムテンポを設定しなければなりません。

文章にするとややこしそうですが、実際にはテンポ設定は演奏開始時にするので、特に難しくはありません。詳しくは、実例が出てきたときにふれることにしましょう。

リズムの基準長はともかく、この♩/12を付点32分音符としたミスは、すでに改訂されているかもしれません。もしも改訂されたマニュアルをお持ちでしたら、この部分は昔話として読んでください。

リスト 2.1　リズム音源サンプルプログラム

```
                        ORG     ØB6ØØH

B6ØØ F3        RTEST:   DI                        割込み禁止
B6Ø1 DB71               IN      A,(71H)
B6Ø3 57                 LD      D,A
B6Ø4 3EFF               LD      A,ØFFH
B6Ø6 D371               OUT     (71H),A
B6Ø8 3AD779             LD      A,(79D7H)
B6ØB 5F                 LD      E,A               使用機種の判定。PC-8801FH 以降なら C＝44H
B6ØC 7A                 LD      A,D               で RTES1 へ
B6ØD D371               OUT     (71H),A
B6ØF ØE44               LD      C,44H
B611 7B                 LD      A,E
B612 FE38               CP      '8'
B614 3ØØD               JR      NC,RTES1
B616 ØEA8               LD      C,ØA8H
B618 79                 LD      A,C
B619 3268B6             LD      (O45PØ+1),A       PC−8801FR 以前の機種は、OUT45 にある I/O
B61C 326EB6             LD      (O45P1+1),A       ポートを A8H、A9H に変更する
B61F 3C                 INC     A
B62Ø 3274B6             LD      (O45P2+1),A
B623 3EFF      RTES1:   LD      A,ØFFH
B625 ED79               OUT     (C),A
B627 ØC                 INC     C
B628 ED78               IN      A,(C)             サウンドボード II が装備されていれば RTES2
B62A 3D                 DEC     A                 へ。いなければ BASIC へもどる
B62B 28Ø2               JR      Z,RTES2
B62D FB                 EI
B62E C9                 RET

B62F 3E3F      RTES2:   LD      A,63
B631 ØE11               LD      C,11H             トータルボリューム＝63(max)にする
B633 CD66B6             CALL    OUT45
B636 Ø6Ø6               LD      B,6
B638 3EDF               LD      A,11Ø11111B
B63A ØE18               LD      C,18H             各リズム音を、LR 出力、ボリューム＝31(max)
B63C CD66B6    RT2LP:   CALL    OUT45             にする
B63F ØC                 INC     C
B64Ø 1ØFA               DJNZ    RT2LP
B642 16ØØ               LD      D,Ø               D←現在発声中のリズム(ビット 0〜5)
B644 ØE1Ø               LD      C,1ØH             C←FM 音源 IC リズム部のオン／オフ用アド
B646 DBØØ      RLOOP:   IN      A,(Ø)                 レス
B648 ØF                 RRCA
B649 2F                 CPL                       [1]〜[6]のキー入力の状態と、発声中のリズム
B64A E63F               AND     ØØ111111B         ビットに違いがあれば RHYTM をコールする
B64C BA                 CP      D
B64D C457B6             CALL    NZ,RHYTM
B65Ø DBØ9               IN      A,(9)
B652 Ø7                 RLCA                      [ESC]が押されていれば BASIC へもどる。押
B653 38F1               JR      C,RLOOP           されていなければ RLOOP へ
B655 FB                 EI
B656 C9                 RET
```

```
B657 5F       RHYTM:  LD    E,A
B658 AA               XOR   D
B659 A2               AND   D
B65A 28Ø5             JR    Z,RHYT1
B65C CBFF             SET   7,A
B65E CD66B6           CALL  OUT45
B661 7B       RHYT1:  LD    A,E
B662 AA               XOR   D
B663 53               LD    D,E
B664 A3               AND   E
B665 C8               RET   Z
B666 F5       OUT45:  PUSH  AF
B667 DB44     O45PØ:  IN    A,(44H)
B669 Ø7               RLCA
B66A 38FB             JR    C,O45PØ
B66C 79               LD    A,C
B66D D344     O45P1:  OUT   (44H),A
B66F 3AØØØØ           LD    A,(Ø)
B672 F1               POP   AF
B673 D345     O45P2:  OUT   (45H),A
B675 C9               RET
```

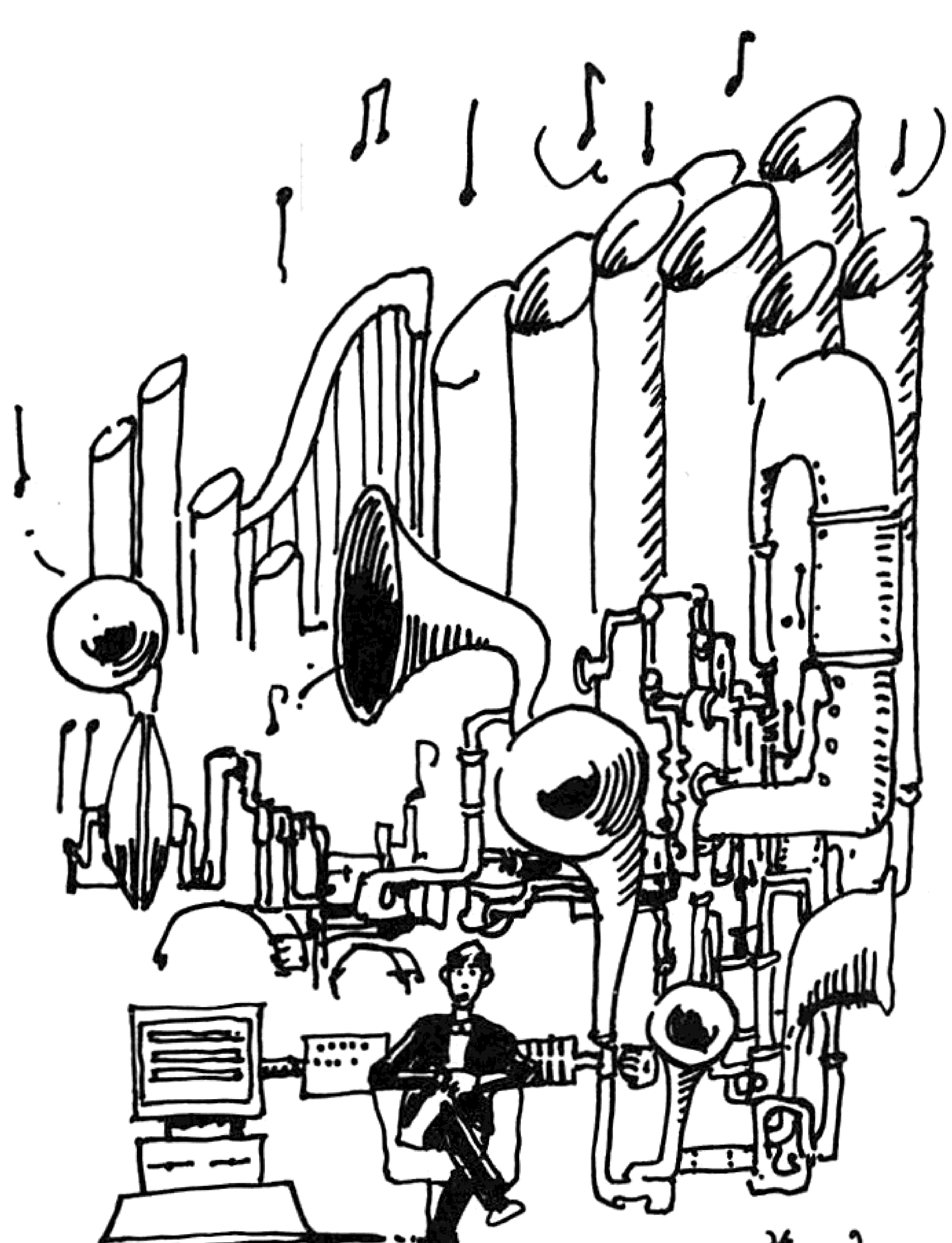
B657–B65E: キーオフの必要があるリズム音があれば、そのリズムだけキーオフする

B661–B665: キーオンの必要があるリズム音があれば、そのリズムだけキーオンする

B666–B675: FM音源IC・リズム部のレジスタ(C)にAの値を送る

第3章

活用！
スーパーサウンドドライバ



みなさんのなかに、モーツァルトを知らない人はいないでしょう。たとえ音楽に興味がない人でも、モーツァルトの曲を聴くと「アッ、曲名は知らないけど耳にしたことがある」と感じる曲が多いものです。

それほど有名なモーツァルトですが、その生活はどちらかというと非常に貧しいものだったようです。これは著作権法の確立していない時代の象徴のような例なのですが、1つにはモーツァルト自身が作曲家としては大天才であっても、それをビジネスとして利用する才能は持ち合わせていなかったということでもあります。

パソコン所有者のなかにも、MMLを使って作曲をしたり、あるいは雑誌などに掲載されている音楽プログラムを活用して、パソコンですばらしい演奏をさせる現代版モーツァルトのような人がいます。しかし、それだけではパソコンがパソコンとしての働きをしているとはいえません。それは、パソコンが音楽専用のシンセサイザではないからです。

あなたのPC-8801が、パソコンとしての本来の機能を発揮しながら音楽を演奏したとき、初めてパソコン・ミュージックの価値が生まれるのではないでしょうか。

1．ミュージック・ツールへの不満

PC-8801SRが発売になって以来、多くのミュージック・ツールが市販されてきました。それぞれのツールは独自の機能と操作性を備え、音楽演奏に関してはかなりのことができるようになっています。いかにも「これさえあれば気分はもうアマデウス注」といった感じなのですが、音楽以外もアマデウスでは困ります。

何が困るかというと、せっかく作った曲（音楽データ）を好きなように利用することができないという点です。ほとんどのミュージック・ツールは、作成した音楽データが、そのツール上でしか利用できないようになっています。よくても、せいぜいMMLに変換してくれる程度でしょう。

本来、「ツール」というのは、データを作るための道具です。その肝心のデータが利用できないのでは、「ツール」ではなく単なる「お遊びソフト」です。これでは、ユーザーはパソコンに利用された貧乏作曲家（？）になってしまいます。

それを避けるには、そのツールで用いられているサウンドドライバやデータ構造を、思い切って公開してもらうしかないのですが……。しかし、苦労して開発したプログラムの公開は勇気がいることです。さらに、それを活用してもらうためには、プログラムの説明や使用法の解説など、簡単に解決できない問題が山積みされています。ですから、このような音楽データの仕様がツールによってバラバラになるのは当然のことです。それぞれのツールがサウンド面で特徴を出そうと努力しているわけですから、ある意味ではしかたのないことかもしれません。FM音源のもつ可能性の大きさが、こんなところにも表れているわけです。

また、ツールで入力した音楽データに、概して共通していることもあります。それは、できあがった音楽データの量の多さです。通常、ツール上には音楽データを圧縮する機能など付いていませんから、音楽データはかなりのメモリを使用しています。現実にゲームを作る場合、メモリの節約は常に意識しなければならない大テーマです。ゲームに支障をきたすようなデータ仕様では、名曲もかすんでしまうことでしょう。

MSLとSSDは、このような視点に立って作られ、そして公開されるものです。本章では、これらの仕様や、操作法などを解説していくことにします。

注：アマデウスとはモーツァルトのこと。本名、ヨハネス・クリソトムス・ボルフガング・アマデウス・モーツァルト。彼を素材にした舞台劇（後に映画にもなった）のタイトルになったことから、モーツァルトの代称、あるいは作曲家の代称としても使うことがある。

2. プログラム入力から演奏まで

MSL と SSD。用語としてたびたび登場していますが、この MSL とは MML に準拠したアセンブラ上のミュージック・マクロ言語です。また、SSD とは MSL で記述された音楽データに基づいて、音楽を演奏するためのサウンドドライバです。その詳しい使用法や内容は次節で説明します。ここでは、MSL で作成した音楽データを、どのようにしたら SSD で演奏させることができるか、データ作成の手順と実行方法を紹介していくことにします。

MSL と SSD による音楽演奏は本章の最後で実際に行われますが、そのときに使用するプログラムの内容は次のようなものです。

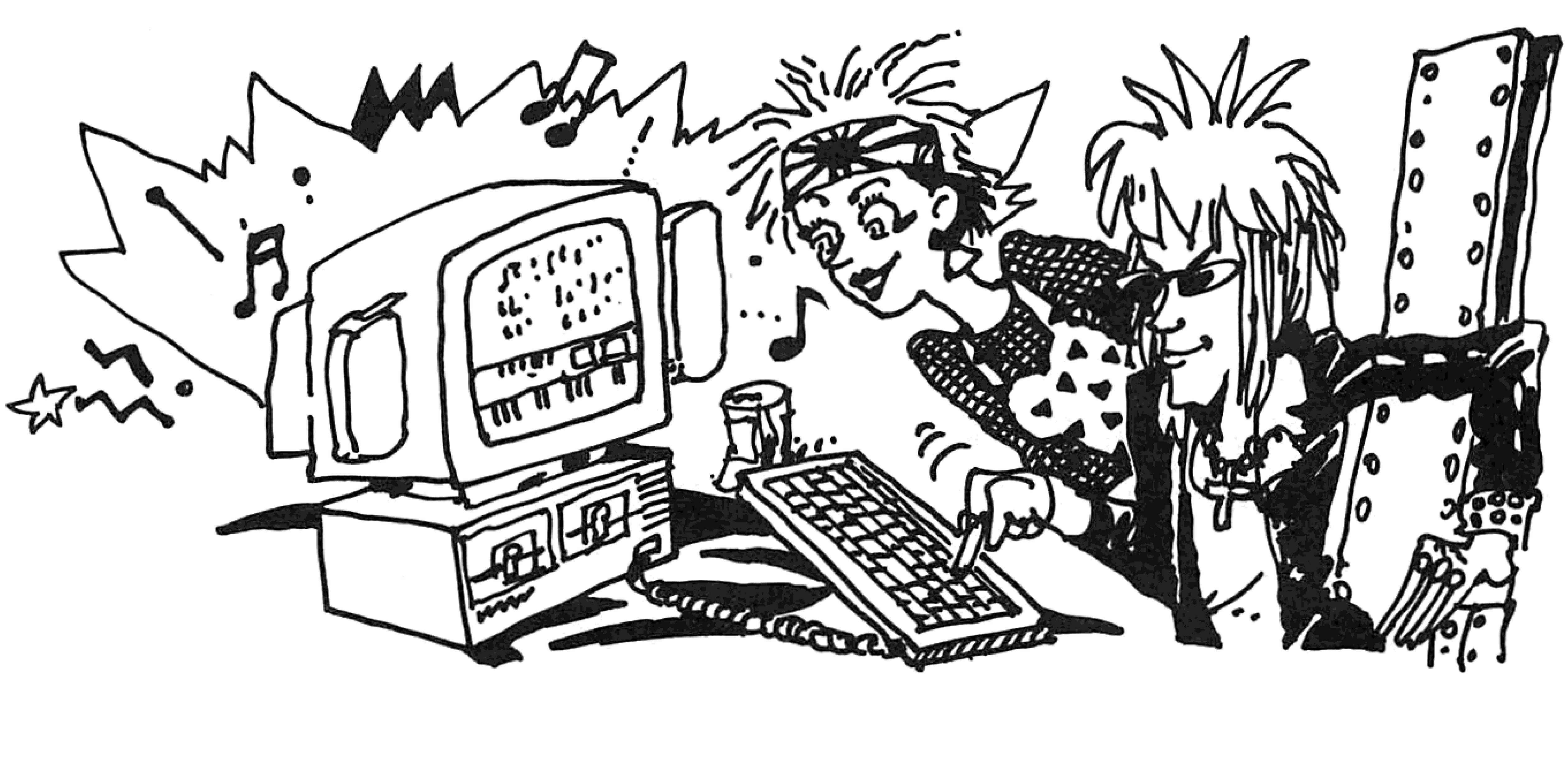
①リスト 3.1（P135）
……SSD 部

②リスト 3.2（P167）
……メインプログラム部

まず SSD 部（リスト 3.1）をアセンブラのソース・プログラムとして入力します。サイズが大きいので少々大変ですが、MSL に永遠の生命を与える重要なプログラムですから頑張って入力してください。

なお、『HIT-88』を使用する場合、MSL のコマンドを定義している部分（コメントで「MSL 用ラベル」と書いてあるところ）は、アセンブル時にオプションで定義できますから、入力する必要はありません（P228 参照）。

とりあえず、SSD 部の入力は完了したものとしましょう。SSD 自体は単なる割込み処理ルーチンですから、これをアセンブルしただけでは何も実行させることはできません。このルーチンを駆動させるためには、割込みベクトル、レベル、マスクなどを初期設定し、適切な割込みを発生させる必要があります。また、サウンドドライバとしての機能を発揮して音楽を演奏するには、



MSLで記述された音楽データを用意しなくていけません。この音楽データのアドレスをチャンネル別にSSDのワークエリアにセットし、演奏チャンネルを指定するフラグを立てることによって、初めて音楽が演奏されるのです。

これを行うのが②の「メインプログラム部」です。ここに、SSD部を働かせるために必要な一連の作業を行う「SSD制御プログラム」と、そして音楽演奏や効果音用の「MSLデータ」がまとめられています。ですから、SSD部を活用するノウハウはすべてこちらにあるといえます。ただしリスト3.2は、SSDの一部ではなく、あくまでもSSDを利用するための手順の一例です。あなたのプログラムに組み込む場合は、適宜対応しなければなりません。

では、MSLによって音楽データを作成する前に、SSDに対してなすべきことや使用条件を示しますので、リスト3.2の先頭部分(「START」から)を参考にしながら理解してください。

・使用アドレスについて

ゲームなど、グラフィックVRAMをアクセスするプログラムと同時に使う場合は、バンク切り換えのとき暴走しないように、SSD部、MSLデータ部、SP(スタックポインタ)を必ずC000H以前に置かなければなりません。

つまり、DISK BASICのプログラムエリアを破壊せず、かつSSDの使用条件を限定しないためには、SSD部に要するメモリ数(約3Kバイト)から判断して、必然的に裏RAMにしか置けないことになります。

・機種の判定

SSDは全機種に対応したプログラムですが、そのためには機種を判定してSSD自身のイニシャライズをしなければなりません。BASIC ROM内の「(79D7H)」の値をSSDの「(P8800+1)」にストアし、SSD内のサブルーチン「SBCHK」をコールしてください。これは、プログラムロード後に1度コールすればOKです。

・割込みの初期設定

割込みベクトルをSSDのアドレスに合わせて設定し、割込みマスク、割込みレベルもそれぞれ初期設定します。

・演奏データの設定

演奏データの先頭アドレスを、チャンネル別にSSD部のワークエリアに設定します。それぞれの設定先は次の通りです。演奏チャンネルのワークエリアに、アドレスを下位／上位の順で入れてください。

FM1〜FM6
　SSD部の(NDAT1)〜(NDAT6)
SSG1〜SSG3
　SSD部の(PDAT1)〜(PDAT3)
リズム1〜6
　SSD部の(RDAT1)〜(RDAT6)

・演奏フラグの設定

SSDをコントロールする最後のカギは、演奏の有無を指定するフラグです。これには、次の2種類があります。

SSD部の(SFLAG+1)
　FM1〜FM3、SSG1〜SSG3、リズム
SSD部の(SFLA2+1)
　FM4〜FM6

それぞれのビット別の内容は本章4節(SSD)で説明をしますので、ここでは演奏フラグをセットして、EI(割込み許可)をすると演奏が開始されるとだけ認識してください。

以上が、SSDによる演奏開始までのプロセスです。ついでに、演奏を中止する方法も述べておきましょう。これは、単に演奏フラグをクリアすればいいというものではありません。実際にそのとき出ている音を止め、次の演奏のためにSSDのワークエリアをイニシャライズしなければならないのです。手作業でやるとかなりめんどうですが、SSDによって演奏を終了させれば、こういったことはすべて処理してくれます。それには、瞬間フェードアウトによる演奏終了がもっとも簡単な方法です。リスト3.2のなかにある「MFFIN」が、そのためのサブルーチンです。

では、次にMSLを用いて演奏データを作る手順を紹介します。MSLのコマンドや内容については、次の節で1つずつ詳しく解説しますので、ここでは音楽データ作成の雰囲気をつかんでください。

・音楽の設計

どのような音楽を演奏するのかを決め、必要な譜面などのデータを集めます。それに伴って各パートの割り当てや、演奏中に使いたい音楽的な効果なども決定します。

・MSLによる音楽データの記述

チャンネル別に、音楽や効果音のデータをMSL文法に従って記述します。MSLは、ほとんどがMMLにあるコマンドに@マークを付けたもので、本頁下段に示したように、アセンブラ上では「DB」または「DW」に続けてデータ化するようになっています。

・音楽データの圧縮

②の作業がすべて終了した時点で、データをジックリ見つめると、共通したデータ(マシン語的にいうなら、サブルーチン化したくなるデータ)が目に付くかもしれません。そういう場合を考えて、MSLにはデータを「サブデータ化」するコマンドが設けてあります。

例えば、「@C,@R」というデータが10組連続して使用されるとしましょう。MMLでは「CRCR……」と10組書き連ねなけれ

MSLによる表記		MMLによる表記
DB	@@	;@n (音色の設定)
DW	SDCOL ……音色データアドレス	
DB	@T,120,@O,4,@V,15	;T120O4V15
DB	@L,@4,@C,@D,@E	;L4CDE

ばなりません。こんなとき、MSLでは次のようにしてサブデータ化することが可能です。

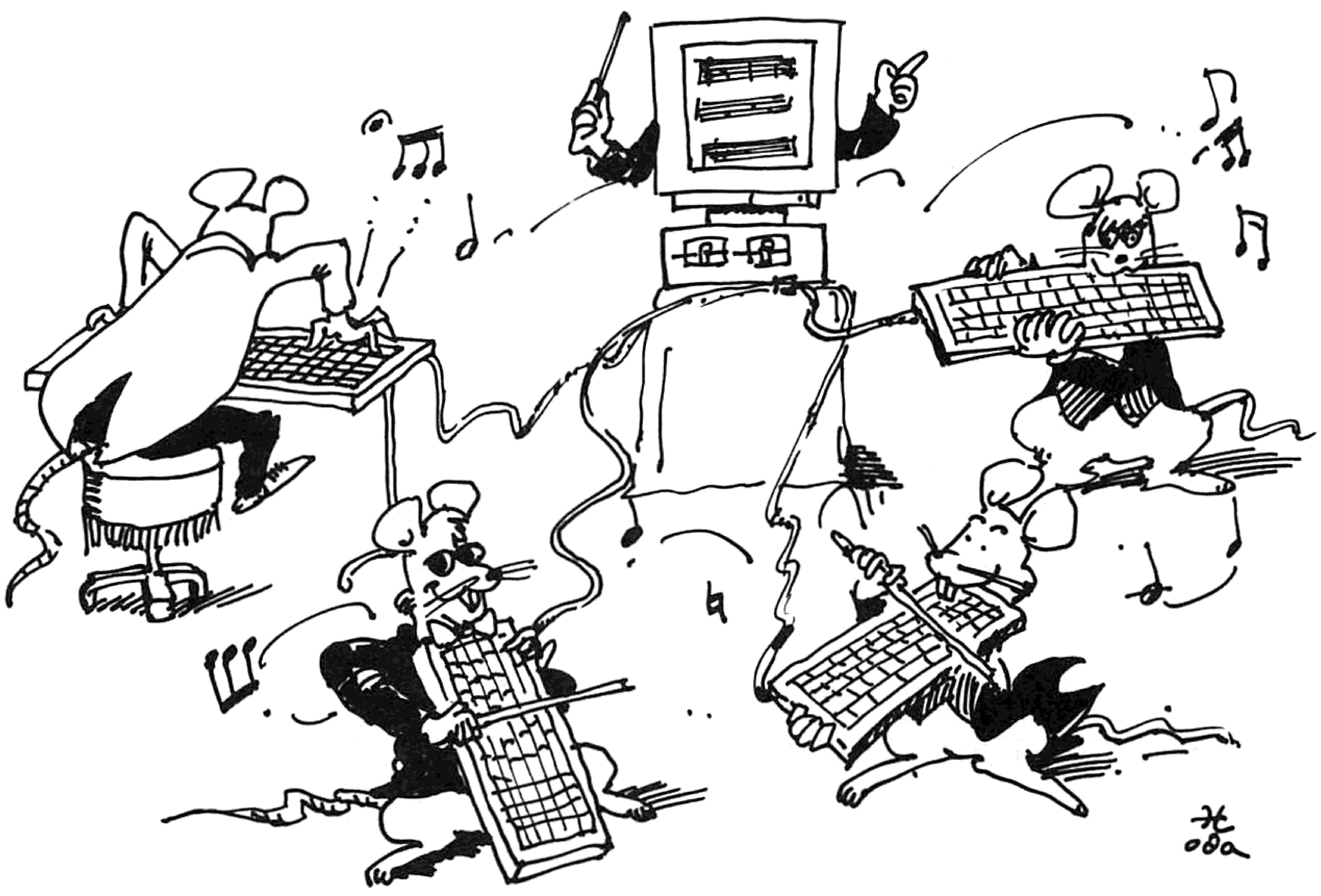
「DB @CALM,10」「DW SUB00」により、サブデータ(SUB00)の@RETの前までのMSLデータ(@C,@R)が、10回連続しているものと扱われます。

この作業は絶対に必要というものではありませんが、メモリを有効に使いたいという場合に相当な威力を発揮します。ただし、ネスティング(サブデータからサブデータをコールすること)はできません。

このようにして、MSLの音楽データができたら、SSDをコントロールするプログラムに組み入れます。後は、それをSSD部(リスト3.1)と連結してアセンブルすればいいのです。

<MSLサブデータ化の例>

```
         DB   @CALM,10      ;SUB00を10回コールするという意味
         DW   SUB00
          :
SUB00:   DB   @C,@R,@RET
```

リスト 3.1 SSD 部リスト

```
                         ORG     ØB7ØØH

B7ØØ ØØØØØAB7  ITABL:    DW      Ø,TIMER,Ø,DUMMY,CLOCK   割込みテーブル
B7Ø4 ØØØØ1AB7
B7Ø8 2EB7

ØØØ1=          @64:      EQU     1
ØØØ2=          @32:      EQU     2
ØØØ3=          @32.:     EQU     3
ØØØ4=          @16:      EQU     4
ØØØ6=          @16.:     EQU     6
ØØØ8=          @8:       EQU     8
ØØØC=          @8.:      EQU     12
ØØ1Ø=          @4:       EQU     16
ØØ18=          @4.:      EQU     24
ØØ2Ø=          @2:       EQU     32
ØØ3Ø=          @2.:      EQU     48
ØØ4Ø=          @1:       EQU     64

ØØ41=          @W:       EQU     65
ØØ42=          @BP:      EQU     66
ØØ42=          @C:       EQU     66
ØØ44=          @CP:      EQU     68
ØØ44=          @DM:      EQU     68
ØØ46=          @D:       EQU     7Ø
ØØ48=          @DP:      EQU     72
ØØ48=          @EM:      EQU     72
ØØ4A=          @E:       EQU     74
ØØ4A=          @FM:      EQU     74
ØØ4C=          @EP:      EQU     76
ØØ4C=          @F:       EQU     76
ØØ4E=          @FP:      EQU     78
ØØ4E=          @GM:      EQU     78
ØØ5Ø=          @G:       EQU     8Ø
ØØ52=          @GP:      EQU     82
ØØ52=          @AM:      EQU     82
ØØ54=          @A:       EQU     84
ØØ56=          @AP:      EQU     86
ØØ56=          @BM:      EQU     86
ØØ58=          @B:       EQU     88
ØØ58=          @CM:      EQU     88

ØØ59=          @R7:      EQU     89
ØØ5A=          @R6:      EQU     9Ø
ØØ5B=          @S:       EQU     91                     MSL 用ラベル
ØØ5C=          @EV:      EQU     92
ØØ5C=          @LFO:     EQU     92

ØØ5D=          @PROG:    EQU     93
ØØ5E=          @VB:      EQU     94
ØØ5F=          @TR:      EQU     95
ØØ6Ø=          @O:       EQU     96
ØØ61=          @OP:      EQU     97
```

```
ØØ62=          @OM:    EQU    98
ØØ63=          @@:     EQU    99
ØØ64=          @Y:     EQU    1ØØ
ØØ65=          @K:     EQU    1Ø1
ØØ66=          @Q:     EQU    1Ø2
ØØ67=          @JP3:   EQU    1Ø3
ØØ68=          @L3:    EQU    1Ø4

ØØ69=          @FIN:   EQU    1Ø5
ØØ6A=          @JP1:   EQU    1Ø6
ØØ6B=          @CAL1:  EQU    1Ø7
ØØ6C=          @CALM:  EQU    1Ø8
ØØ6D=          @RET:   EQU    1Ø9
ØØ6E=          @R:     EQU    11Ø
ØØ6F=          @L:     EQU    111
ØØ7Ø=          @T:     EQU    112
ØØ71=          @V:     EQU    113
ØØ72=          @VU:    EQU    114
ØØ73=          @VD:    EQU    115

ØØ74=          @LR:    EQU    116
ØØ75=          @K1:    EQU    117
ØØ76=          @KØ:    EQU    118

ØØØ6=          SPEED:  EQU    6              1/60秒ウェイトルーチン用ウェイト数

B7ØA F3        TIMER:  DI
B7ØB F5                PUSH   AF
B7ØC 3A24B7            LD     A,(WAIT+1)
B7ØF 3C                INC    A
B71Ø 3224B7            LD     (WAIT+1),A     1/60秒割込み処理ルーチン
B713 3EØ5      E4DAT:  LD     A,5
B715 D3E4              OUT    (ØE4H),A
B717 F1                POP    AF
B718 FB                EI
B719 C9                RET

B71A F3        DUMMY:  DI
B71B F5                PUSH   AF
B71C 3EØ5              LD     A,5
B71E D3E4              OUT    (ØE4H),A       レベル３の割込みに対するダミールーチン
B72Ø F1                POP    AF
B721 FB                EI
B722 C9                RET

B723 3EØØ      WAIT:   LD     A,Ø
B725 FEØ6              CP     SPEED
B727 38FA              JR     C,WAIT         1/60秒割込みによりウェイトを取ったときの
B729 AF                XOR    A              ウェイトルーチン
B72A 3224B7            LD     (WAIT+1),A
B72D C9                RET

B72E F3        CLOCK:  DI                    割込み禁止
B72F F5                PUSH   AF
B73Ø E5                PUSH   HL
B731 D5                PUSH   DE             使用レジスタ退避
```

B732	C5		PUSH	BC	
B733	FDE5		PUSH	IY	
B735	3EØ2		LD	A,2	1/60 秒割込みの許可（多重割込み）
B737	3214B7		LD	(E4DAT+1),A	
B73A	D3E4		OUT	(ØE4H),A	
B73C	FB		EI		
B73D	3AAØB8		LD	A,(GIJIS)	疑似ステレオ開始フラグが立っていなければ G1JI0 へ。立っていれば(GIJI0)＝80H とする
B74Ø	ØF		RRCA		
B741	3Ø49		JR	NC,GIJIØ	
B743	32AØB8		LD	(GIJIS),A	
B746	3AØ2B8		LD	A,(SBORD+1)	サウンドボード II が装備されていなければ GIJI0 へ
B749	3D		DEC	A	
B74A	2Ø4Ø		JR	NZ,GIJIØ	
B74C	21A9B8		LD	HL,NDAT1	チャンネル 1〜3 のデータをチャンネル 4〜6 へ転送し、チャンネル 4〜6 の演奏フラグを立てる
B74F	11F4B8		LD	DE,NDAT4	
B752	Ø14BØØ		LD	BC,25*3	
B755	EDBØ		LDIR		
B757	3AADB7		LD	A,(SFLAG+1)	
B75A	E6Ø7		AND	ØØØØØ111B	
B75C	322BB8		LD	(SFLA2+1),A	
B75F	3E4Ø		LD	A,Ø1ØØØØØØB	チャンネル 1、5 は右出力
B761	32C1B8		LD	(LRDA1),A	
B764	3225B9		LD	(LRDA5),A	
B767	3E8Ø		LD	A,1ØØØØØØØB	チャンネル 2、4 は左出力
B769	32DAB8		LD	(LRDA2),A	
B76C	32ØCB9		LD	(LRDA4),A	
B76F	3ECØ		LD	A,11ØØØØØØB	チャンネル 3、6 は左右出力
B771	32F3B8		LD	(LRDA3),A	
B774	323EB9		LD	(LRDA6),A	
B777	2AA9B8		LD	HL,(NDAT1)	チャンネル 4〜6 に対しテンポ≧118 なら 6、それ以下なら 12 のディレイを置く
B77A	23		INC	HL	
B77B	7E		LD	A,(HL)	
B77C	FE76		CP	118	
B77E	3EØ6		LD	A,6	
B78Ø	3ØØ1		JR	NC,GIJQ1	
B782	Ø7		RLCA		
B783	32F7B8	GIJQ1:	LD	(CTER4+1),A	
B786	321ØB9		LD	(CTER5+1),A	
B789	3229B9		LD	(CTER6+1),A	
B78C	3AA1B8	GIJIØ:	LD	A,(FIOFG)	フェードイン／アウトがかかっていれば(FOWOK)の値を＋1 し、それぞれのレートと比較する。同じであれば(FOWOK)をクリアし(FDSIN)のビット 7 を立てる
B78F	B7		OR	A	
B79Ø	281A		JR	Z,SFLAG	
B792	21A2B8		LD	HL,FIRAT	
B795	ØF		RRCA		
B796	38Ø3		JR	C,FADER	
B798	21A3B8		LD	HL,FORAT	
B79B	3AA5B8	FADER:	LD	A,(FOWOK)	
B79E	3C		INC	A	
B79F	BE		CP	(HL)	
B7AØ	38Ø7		JR	C,FDERØ	
B7A2	21A4B8		LD	HL,FDSIN	
B7A5	34		INC	(HL)	
B7A6	CBFE		SET	7,(HL)	
B7A8	AF		XOR	A	
B7A9	32A5B8	FDERØ:	LD	(FOWOK),A	

```
B7AC 3EØØ      SFLAG:  LD     A,Ø            リズム、SSG、FM1～3の演奏フラグ
B7AE 21ADB7            LD     HL,SFLAG+1     } 演奏フラグアドレス保管
B7B1 229EB8            LD     (SFLAX),HL     }
B7B4 2133BC            LD     HL,FMCHK       } 共通ルーチン用ジャンプ先設定
B7B7 228BBE            LD     (FSCHK+1),HL   }
B7BA ØEØØ              LD     C,Ø            }
B7BC FD21A9B8          LD     IY,NDAT1       }
B7CØ CDCCBA            CALL   BFMCK          }
B7C3 ØEØ1              LD     C,1            }
B7C5 FD21C2B8          LD     IY,NDAT2       } FM1～3の演奏チェック
B7C9 CDCCBA            CALL   BFMCK          }
B7CC ØEØ2              LD     C,2            }
B7CE FD21DBB8          LD     IY,NDAT3       }
B7D2 CDCCBA            CALL   BFMCK          }
B7D5 2137BB            LD     HL,GVPON       } (GVPON)を『RET　C』とする
B7D8 36D8              LD     (HL),ØD8H      }
B7DA 2134CØ            LD     HL,SGCHK       } 共通ルーチン用ジャンプ先設定
B7DD 228BBE            LD     (FSCHK+1),HL   }
B7EØ ØEØØ              LD     C,Ø            }
B7E2 FD213FB9          LD     IY,PDAT1       }
B7E6 CDDCBE            CALL   BPSCK          }
B7E9 ØEØ1              LD     C,1            }
B7EB FD215AB9          LD     IY,PDAT2       } SSG1～3の演奏チェック
B7EF CDDCBE            CALL   BPSCK          }
B7F2 ØEØ2              LD     C,2            }
B7F4 FD2175B9          LD     IY,PDAT3       }
B7F8 CDDCBE            CALL   BPSCK          }
B7FB 47                LD     B,A            演奏フラグの退避
B7FC 2137BB            LD     HL,GVPON       } (GVPON)を『RET　NC』とする
B7FF 36DØ              LD     (HL),ØDØH      }

B8Ø1 3EØØ      SBORD:  LD     A,Ø            }
B8Ø3 3D                DEC    A              } サウンドボードII不装備ならIQENDへ
B8Ø4 2Ø65              JR     NZ,IQEND       }
B8Ø6 CB18              RR     B              } リズム演奏フラグが立っていればBRZCKを
B8Ø8 DC38C2            CALL   C,BRZCK        } コールする
B8ØB 3EØ4              LD     A,4            }
B8ØD 327EBA            LD     (SDPON+1),A    }
B81Ø 3A9CB8            LD     A,(ODBØØ)      } FM4～6用としてFM1～3と相違する部分を書
B813 32BEBA            LD     (O45PØ+1),A    } き換える
B816 32C4BA            LD     (O45P1+1),A    }
B819 3A9DB8            LD     A,(ODBØ1)      }
B81C 32CABA            LD     (O45P2+1),A    }
B81F 3AAØB8            LD     A,(GIJIS)      }
B822 Ø7                RLCA                  } 疑似ステレオによるFM4～6の演奏であれば
B823 3ØØ5              JR     NC,SFLA2       } ボリュームが下がるようにする
B825 3E15              LD     A,21           }
B827 3257BC            LD     (CVPON+1),A    }

B82A 3EØØ      SFLA2:  LD     A,Ø            FM4～6の演奏フラグ
B82C 212BB8            LD     HL,SFLA2+1     } 演奏フラグアドレス保管
B82F 229EB8            LD     (SFLAX),HL     }
B832 2133BC            LD     HL,FMCHK       } 共通ルーチン用ジャンプ先設定
B835 228BBE            LD     (FSCHK+1),HL   }
B838 ØEØØ              LD     C,Ø            }
B83A FD21F4B8          LD     IY,NDAT4       }
```

```
B83E CDCCBA          CALL  BFMCK          ┐
B841 ØEØ1            LD    C,1            │
B843 FD21ØDB9        LD    IY,NDAT5       │ FM4〜6 の演奏チェック
B847 CDCCBA          CALL  BFMCK          │
B84A ØEØ2            LD    C,2            │
B84C FD2126B9        LD    IY,NDAT6       │
B85Ø CDCCBA          CALL  BFMCK          ┘

B853 AF              XOR   A              ┐
B854 327EBA          LD    (SDPON+1),A    │
B857 3A9AB8          LD    A,(ODAØØ)      │
B85A 32BEBA          LD    (045PØ+1),A    │ FM4〜6 用に書き換えた部分を FM1〜3 用にも
B85D 32C4BA          LD    (045P1+1),A    │ どす
B86Ø 3A9BB8          LD    A,(ODAØ1)      │
B863 32CABA          LD    (045P2+1),A    │
B866 3EØF            LD    A,15           │
B868 3257BC          LD    (CVPON+1),A    ┘

B86B 21A4B8  IQEND:  LD    HL,FDSIN       ┐ フェードボリューム変更フラグをリセット
B86E CBBE            RES   7,(HL)         ┘
B87Ø 3EØ1    LENCK:  LD    A,1            ┐
B872 3D              DEC   A              │
B873 2ØØB            JR    NZ,IQED1       │
B875 21ADB7          LD    HL,SFLAG+1     │ 演奏中のチャンネルがあれば、64 分音符に必要
B878 3A2BB8          LD    A,(SFLA2+1)    │ な割込み回数を常にカウントする
B87B B6              OR    (HL)           │
B87C 28Ø5            JR    Z,IQED2        │
B87E 3EØ1    LEN64:  LD    A,1            │
B88Ø 3271B8  IQED1:  LD    (LENCK+1),A    ┘
B883 F3      IQED2:  DI                   ┐
B884 3E15            LD    A,ØØØ1Ø1Ø1B    │
B886 ØE27            LD    C,27H          │ 割込みを禁止し、タイマーA のイニシャライズ、
B888 CD7FBA          CALL  AUT45          │ および割込みレベルを 5 に設定
B88B 3EØ5            LD    A,5            │
B88D 3214B7          LD    (E4DAT+1),A    │
B89Ø D3E4            OUT   (ØE4H),A       ┘
B892 FDE1            POP   IY             ┐
B894 C1              POP   BC             │
B895 D1              POP   DE             │ レジスタを元にもどし、割込みを許可してすべ
B896 E1              POP   HL             │ ての割込み処理を終える
B897 F1              POP   AF             │
B898 FB              EI                   │
B899 C9              RET                  ┘

B89A 44      ODAØØ:  DB    44H            ┐
B89B 45      ODAØ1:  DB    45H            │ サウンドボード II の I/O ポート
B89C 46      ODBØØ:  DB    46H            │
B89D 47      ODBØ1:  DB    47H            ┘
B89E ADB7    SFLAX:  DW    SFLAG+1        演奏フラグアドレス保管
B8AØ ØØ      GIJIS:  DB    Ø              1=疑似ステレオ開始、80H=疑似ステレオ中

B8A1 ØØ      FIOFG:  DB    Ø              1=フェードイン、 80H=フェードアウト
B8A2 ØØ      FIRAT:  DB    Ø              フェードインのレート
B8A3 ØØ      FORAT:  DB    Ø              フェードアウトのレート
B8A4 ØØ      FDSIN:  DB    Ø              フェードによる V 変更回数（ビット 7=V 変更 OK フラグ）
B8A5 ØØ      FOWOK:  DB    Ø              フェード用カウンタ
```

```
B8A6 ØØ          REGD6:   DB     Ø            SSG ノイズパターン
B8A7 ØØ          RZTTL:   DB     Ø            リズムトータルボリューム
B8A8 ØØ          RZFIO:   DB     Ø            リズムトータルボリューム(フェード用)

B8A9 ØØØØ        NDAT1:   DW     Ø            FM・1 演奏データアドレス
B8AB Ø1          CTER1:   DB     1            音長カウンタ
B8AC ØØ                   DB     Ø            Q 用カウンタ
B8AD ØØØØ        RETA1:   DW     Ø            サブデータからのリターンアドレス
B8AF ØØ          CALM1:   DB     Ø            サブデータをコールする回数
B8BØ 8Ø          LENF1:   DB     1ØØØØØØØB    @L の音長(64 分音符の数×3)
B8B1 ØØ                   DB     Ø            ボリューム
B8B2 ØØØØ        BTWK1:   DW     Ø            F・num1、2
B8B4 ØØ          ALGO1:   DB     Ø            アルゴリズム(0～7)
B8B5 Ø8          FMQQ1:   DB     8            Q(1～8)ビット 5・4＝エコー処理の種類
B8B6 ØØ          FMKY1:   DB     Ø            キー変更(－12～＋12)
B8B7 ØØ          FMVB1:   DB     Ø            ビブラートレベル (ビット 7・6＝ビブラートの種類)
B8B8 ØØ                   DB     Ø            ビブラートレベル用ワーク
B8B9 ØØ                   DB     Ø            ビブラート周期
B8BA ØØ                   DB     Ø            ビブラート周期用ワーク
B8BB ØØ          FMTR1:   DB     Ø            トレモロレベル (ビット 7・6＝トレモロの種類)
B8BC ØØ                   DB     Ø            トレモロレベル用ワーク
B8BD ØØ                   DB     Ø            トレモロ周期
B8BE ØØ                   DB     Ø            トレモロ周期用ワーク
B8BF ØØ          FFIN1:   DB     Ø            フェードイン用ボリューム
B8CØ 18          OCTA1:   DB     ØØØ11ØØØB    オクターブ(RLCA×3－1)
B8C1 CØ          LRDA1:   DB     11ØØØØØØB    LR／AMS／PMS

B8C2 ØØØØ        NDAT2:   DW     Ø            ┐
B8C4 Ø1          CTER2:   DB     1            │
B8C5 ØØ  *ØØØ4            DUP    Ø,4          │
B8C9 8Ø                   DB     1ØØØØØØØB    │
B8CA ØØ  *ØØØ4            DUP    Ø,4          ├ FM・2 用ワークエリア
B8CE Ø8                   DB     8            │
B8CF ØØ  *ØØØA            DUP    Ø,1Ø         │
B8D9 18                   DB     ØØØ11ØØØB    │
B8DA CØ          LRDA2:   DB     11ØØØØØØB    ┘

B8DB ØØØØ        NDAT3:   DW     Ø            ┐
B8DD Ø1          CTER3:   DB     1            │
B8DE ØØ  *ØØØ4            DUP    Ø,4          │
B8E2 8Ø                   DB     1ØØØØØØØB    │
B8E3 ØØ  *ØØØ4            DUP    Ø,4          ├ FM・3 用ワークエリア
B8E7 Ø8                   DB     8            │
B8E8 ØØ  *ØØØA            DUP    Ø,1Ø         │
B8F2 18                   DB     ØØØ11ØØØB    │
B8F3 CØ          LRDA3:   DB     11ØØØØØØB    ┘

B8F4 ØØØØ        NDAT4:   DW     Ø            ┐
B8F6 Ø1          CTER4:   DB     1            │
B8F7 ØØ  *ØØØ4            DUP    Ø,4          │
B8FB 8Ø                   DB     1ØØØØØØØB    │
B8FC ØØ  *ØØØ4            DUP    Ø,4          ├ FM・4 用ワークエリア
B9ØØ Ø8                   DB     8            │
B9Ø1 ØØ  *ØØØA            DUP    Ø,1Ø         │
B9ØB 18                   DB     ØØØ11ØØØB    │
B9ØC CØ          LRDA4:   DB     11ØØØØØØB    ┘
```

```
B90D 0000          NDAT5:  DW     0           ┐
B90F 01            CTER5:  DB     1           │
B910 00  *0004             DUP    0,4         │
B914 80                    DB     10000000B   │
B915 00  *0004             DUP    0,4         ├ FM・5 用ワークエリア
B919 08                    DB     8           │
B91A 00  *000A             DUP    0,10        │
B924 18                    DB     00011000B   │
B925 C0            LRDA5:  DB     11000000B   ┘

B926 0000          NDAT6:  DW     0           ┐
B928 01            CTER6:  DB     1           │
B929 00  *0004             DUP    0,4         │
B92D 80                    DB     10000000B   │
B92E 00  *0004             DUP    0,4         ├ FM・6 用ワークエリア
B932 08                    DB     8           │
B933 00  *000A             DUP    0,10        │
B93D 18                    DB     00011000B   │
B93E C0            LRDA6:  DB     11000000B   ┘

B93F 0000          PDAT1:  DW     0           SSG・1 演奏データアドレス
B941 01            PTER1:  DB     1           音長カウンタ
B942 00                    DB     0           Q 用カウンタ
B943 0000          PETA1:  DW     0           サブデータからのリターンアドレス
B945 00            CALP1:  DB     0           サブデータコール回数
B946 80            PENF1:  DB     10000000B   @L の音長(64 分音符の数×3)
B947 00                    DB     0           ボリューム
B948 0000                  DW     0           音程データ
B94A 3F            PSR71:  DB     00111111B   チャンネル別ミキサーの内容（他チャンネル部は 1）
B94B 08            PSQQ1:  DB     8           Q(1～8)、ビット 5・4＝エコー処理の種類
B94C 00            PSKY1:  DB     0           キー変更(－12～＋12)
B94D 00            PSVB1:  DB     0           ビブラートレベル（ビット 7・6＝ビブラートの種類）
B94E 00                    DB     0           ビブラートレベル用ワーク
B94F 00                    DB     0           ビブラート周期
B950 00                    DB     0           ビブラート周期用ワーク
B951 00            PSTR1:  DB     0           トレモロレベル（ビット 7・6＝トレモロの種類）
B952 00                    DB     0           トレモロレベル用ワーク
B953 00                    DB     0           トレモロ周期
B954 00                    DB     0           トレモロ周期用ワーク
B955 00            PFIN1:  DB     0           フェードイン用ボリューム
B956 02            PCTA1:  DB     2           オクターブ
B957 00            PSEV1:  DB     0           ソフトウェア・エンベロープ周期
B958 00                    DB     0           ソフトウェア・エンベロープカウンタ
B959 00                    DB     0           ソフトウェア・エンベロープボリューム

B95A 0000          PDAT2:  DW     0           ┐
B95C 01            PTER2:  DB     1           │
B95D 00  *0004             DUP    0,4         │
B961 80                    DB     10000000B   │
B962 00  *0003             DUP    0,3         ├ SSG・2 ワークエリア
B965 3F                    DB     00111111B   │
B966 08                    DB     8           │
B967 00  *000A             DUP    0,10        │
B971 02                    DB     2           │
B972 00  *0003             DUP    0,3         ┘
```

```
B975 ØØØØ         PDAT3:  DW      Ø                         ┐
B977 Ø1           PTER3:  DB      1                         │
B978 ØØ  *ØØØ4            DUP     Ø,4                       │
B97C 8Ø                   DB      1ØØØØØØØB                 │
B97D ØØ  *ØØØ3            DUP     Ø,3                       │
B98Ø 3F                   DB      ØØ111111B                 ├ SSG・3 ワークエリア
B981 Ø8                   DB      8                         │
B982 ØØ  *ØØØA            DUP     Ø,1Ø                      │
B98C Ø2                   DB      2                         │
B98D ØØ  *ØØØ3            DUP     Ø,3                       ┘

B99Ø ØØØØ         RDAT1:  DW      Ø                         リズム・1 演奏データアドレス
B992 Ø1           RTER1:  DB      1                                   音長カウンタ
B993 ØØ           RVOL1:  DB      Ø                                   LR 指定／ボリューム
B994 ØØØØ         RRET1:  DW      Ø                                   サブデータからのリターンアドレス
B996 ØØ           CALR1:  DB      Ø                                   サブデータコール回数
B997 ØØ           RLEN1:  DB      Ø                                   @L の音長(64 分音符の数×3)

B998 ØØØØ         RDAT2:  DW      Ø                         ┐
B99A Ø1           RTER2:  DB      1                         ├ リズム・2 ワークエリア
B99B ØØ  *ØØØ5            DUP     Ø,5                       ┘

B9AØ ØØØØ         RDAT3:  DW      Ø                         ┐
B9A2 Ø1           RTER3:  DB      1                         ├ リズム・3 ワークエリア
B9A3 ØØ  *ØØØ5            DUP     Ø,5                       ┘

B9A8 ØØØØ         RDAT4:  DW      Ø                         ┐
B9AA Ø1           RTER4:  DB      1                         ├ リズム・4 ワークエリア
B9AB ØØ  *ØØØ5            DUP     Ø,5                       ┘

B9BØ ØØØØ         RDAT5:  DW      Ø                         ┐
B9B2 Ø1           RTER5:  DB      1                         ├ リズム・5 ワークエリア
B9B3 ØØ  *ØØØ5            DUP     Ø,5                       ┘

B9B8 ØØØØ         RDAT6:  DW      Ø                         ┐
B9BA Ø1           RTER6:  DB      1                         ├ リズム・6 ワークエリア
B9BB ØØ  *ØØØ5            DUP     Ø,5                       ┘

B9CØ 6AØ28FØ2     OBASE:  DW      26AH,28FH,2B6H,2DFH,3ØBH,339H   FM 用音程データ
B9C4 B6Ø2DFØ2
B9C8 ØBØ339Ø3
B9CC 6AØ39EØ3             DW      36AH,39EH,3D5H,41ØH,44EH,48FH
B9DØ D5Ø31ØØ4
B9D4 4EØ48FØ4

B9D8 DØ1D241C     PBASE:  DW      1DDØH,1C24H,1A9ØH,1912H,17AAH   SSG 用音程データ
B9DC 9Ø1A1219
B9EØ AA17
B9E2 56161415             DW      1656H,1514H,13E6H,12C8H,11BAH
B9E6 E613C812
B9EA BA11
B9EC BC1ØCCØF             DW      1ØBCH,ØFCCH

B9FØ B4BE99BE     FMJTB:  DW      FMLFO,CPROG,FPVIB,FPTRM,OCTDA   FM 用
B9F4 8ØBE8DBE                                                     ジャンプテーブル
B9F8 8BBC
```

```
B9FA 97BC9BBC             DW      OCTP1,OCTM1,COCHA,SDREG,KYCHN
B9FE BØBCA9BE
BAØ2 4EBE
BAØ4 A8BC2BBE             DW      QQCHA,JPSR3,LEND3,SDOFF,JPSRT
BAØ8 59BD43C1
BAØC 48BE
BAØE 5ABE56BE             DW      CALST,CALMT,RTCAL,QFUDA,LENDA
BA12 6BBEE6BD
BA16 5CBD
BA18 Ø9BD54BC             DW      TMPDA,CHVOL,FMVU1,FMVD1,FMLRS
BA1C 2BBC27BC
BA2Ø 7ABC

BA22 27C12EC1   PSJTB:    DW      SDRG7,SDRG6,SDR13,SGENV,CPROG   SSG用
BA26 3CC12ØC1                                                     ジャンプテーブル
BA2A 99BE
BA2C 8ØBE8DBE             DW      FPVIB,FPTRM,OCTDS,OCPP1,OCPM1
BA3Ø ØEC115C1
BA34 1AC1
BA36 CDCØA9BE             DW      COCHS,SDREG,KYCHN,QQCHA,JPPR3
BA3A 4EBEA8BC
BA3E F1CØ
BA4Ø 59BD55C1             DW      LEND3,SGOFF,JPSRT,CALST,CALMT
BA44 48BE5ABE
BA48 56BE
BA4A 6BBEE6BD             DW      RTCAL,QFUDA,LENDA,TMPDA,CHVOS
BA4E 5CBDØ9BD
BA52 Ø8CØ
BA54 2ACØ26CØ             DW      PSVU1,PSVD1

BA58 96C248BE   RZJTB:    DW      RZEUP,JPSRT,CALST,CALMT,RTCAL   リズム用
BA5C 5ABE56BE                                                     ジャンプテーブル
BA6Ø 6BBE
BA62 D5C259BD             DW      RZQFU,LEND3,RZTPC,RZVOL,RZVU1
BA66 C5C2Ø4C3
BA6A E9C2
BA6C EDC2F6C2             DW      RZVD1,RZLRV,RZKY1,RZKYØ
BA7Ø CFC2D3C2
BA74 79         KYOFF:    LD      A,C      ┐
BA75 59                   LD      E,C      │
BA76 CD7BBA               CALL    KEYSD    │ FMチャンネル「C」の音を止める
BA79 4B                   LD      C,E      │              ↑
BA7A C9                   RET              ┘        4～6も1～3となっている

BA7B ØE28       KEYSD:    LD      C,28H    } FM音源IC・アドレス28Hにデータを送る
BA7D C6ØØ       SDPON:    ADD     A,Ø      } FM4～6のときは、データが+4される
BA7F F5         AUT45:    PUSH    AF       ┐
BA8Ø DB44       A45PØ:    IN      A,(44H)  │
BA82 Ø7                   RLCA             │
BA83 38FB                 JR      C,A45PØ  │
BA85 79                   LD      A,C      │ FM音源IC・FM共通レジスタ部にデータを送
BA86 D344       A45P1:    OUT     (44H),A  │ る
BA88 3AØØØØ               LD      A,(Ø)    │
BA8B F1                   POP     AF       │
BA8C D345       A45P2:    OUT     (45H),A  │
BA8E C9                   RET              ┘
```

```
BA8F 3E07       GTRG7:  LD     A,7             SSG・レジスタ7の状態を得る
BA91 D344       GTSSD:  OUT    (44H),A
BA93 DD7E00             LD     A,(IX+0)        SSG・レジスタ(A)の状態を得る
BA96 00                 NOP                     LD  A,(IX+0)
BA97 DB45       GTSS0:  IN     A,(45H)          LD  A,(IX+0)  23ステートのウェイト
BA99 C9                 RET                     NOP

BA9A ED44       PRAVO:  NEG
BA9C FD861A             ADD    A,(IY+26)       SSG・ソフトウェア・エンベロープによるボ
BA9F F2A3BA             JP     P,POT45         リューム変更
BAA2 AF                 XOR    A
BAA3 F5         POT45:  PUSH   AF
BAA4 79                 LD     A,C
BAA5 D344       P45P1:  OUT    (44H),A
BAA7 3A0000             LD     A,(0)           SSGレジスタ(C)にAの値を送る
BAAA F1                 POP    AF
BAAB D345       P45P2:  OUT    (45H),A
BAAD C9                 RET

BAAE 51         SDFRQ:  LD     D,C
BAAF 3EA4               LD     A,0A4H
BAB1 82                 ADD    A,D
BAB2 4F                 LD     C,A
BAB3 7C                 LD     A,H             HLで示されるF・num1、2のデータをチャンネ
BAB4 CDBCBA             CALL   OUT45           ルに合わせたFMレジスタに送る
BAB7 3EA0               LD     A,0A0H
BAB9 82                 ADD    A,D
BABA 4F                 LD     C,A
BABB 7D                 LD     A,L
BABC F5         OUT45:  PUSH   AF
BABD DB44       045P0:  IN     A,(44H)
BABF 07                 RLCA
BAC0 38FB               JR     C,045P0
BAC2 79                 LD     A,C             FM音源ICアドレス(C)にAの値を送る
BAC3 D344       045P1:  OUT    (44H),A         注：I/OポートはFM1～3、4～6に合わせ書き
BAC5 3A0000             LD     A,(0)             換えられている
BAC8 F1                 POP    AF
BAC9 D345       045P2:  OUT    (45H),A
BACB C9                 RET

BACC 0F         BFMCK:  RRCA                   演奏フラグが立っていなければリターン
BACD D0                 RET    NC
BACE F5                 PUSH   AF              演奏フラグの退避
BACF CD71C1             CALL   FADEX           フェードのチェック
BAD2 3A71B8             LD     A,(LENCK+1)
BAD5 3D                 DEC    A               (LENCK+1)≠1ならLFOCKへ
BAD6 C298BB             JP     NZ,LFOCK
BAD9 FD3502             DEC    (IY+2)          音長カウンタを−1し、0でないならLFOCKへ
BADC C298BB             JP     NZ,LFOCK
BADF FD6E00             LD     L,(IY+0)        HL=演奏データアドレス
BAE2 FD6601             LD     H,(IY+1)
BAE5 FD7E03             LD     A,(IY+3)
BAE8 D601               SUB    1               Qカウンタ=0ならFQ000へ
BAEA 3828               JR     C,FQ000         Qカウンタ=1ならQLASTへ
BAEC 2818               JR     Z,QLAST
BAEE FD7702             LD     (IY+2),A
```

```
BAF1  FD360301              LD      (IY+3),1
BAF5  FD7E0C                LD      A,(IY+12)
BAF8  E630                  AND     00110000B
BAFA  C287BB                JP      NZ,BLFCK
```

Q による残りの音長をセットし、エコー処理があれば BLFCK へ

```
BAFD  FDCB0CFE              SET     7,(IY+12)
```

休符のサイン

```
BB01  CD74BA      BFMC2:    CALL    KYOFF
BB04  F1                    POP     AF
BB05  C9                    RET
```

音を止め、演奏フラグをもどしてリターン

```
BB06  FD360201    QLAST:    LD      (IY+2),1
BB0A  FD7703                LD      (IY+3),A
BB0D  7E                    LD      A,(HL)
BB0E  FE41                  CP      @W
BB10  20EF                  JR      NZ,BFMC2
BB12  F1                    POP     AF
BB13  C9                    RET
```

『AR の怪』防止のため、次のデータが@W でなければ無音状態を作る

```
BB14  CD33BC      FQ000:    CALL    FMCHK
BB17  F1                    POP     AF
BB18  C9                    RET
```

新しいデータによる演奏をする

```
BB19  FD7E0E      VBCSB:    LD      A,(IY+14)
BB1C  5F                    LD      E,A
BB1D  E63F                  AND     00111111B
BB1F  37                    SCF
BB20  C8                    RET     Z
BB21  47                    LD      B,A
BB22  FD3411                INC     (IY+17)
BB25  FD7E11                LD      A,(IY+17)
BB28  FDBE10                CP      (IY+16)
BB2B  C9                    RET
```

ビブラートの状態チェック
CY=1……ビブラートなし、
　　　　または周期カウンタが指定以下
E=ビブラートの内容
B=ビブラートのレベル

```
BB2C  1600        GETVB:    LD      D,0
BB2E  FD7211                LD      (IY+17),D
BB31  7B                    LD      A,E
BB32  07                    RLCA
BB33  3005                  JR      NC,GTVB0
BB35  58                    LD      E,B
BB36  07                    RLCA
BB37  D0          GVPON:    RET     NC
BB38  1826                  JR      GTVB4
BB3A  07          GTVB0:    RLCA
BB3B  382A                  JR      C,GTVBE
BB3D  FD7E0F                LD      A,(IY+15)
BB40  67                    LD      H,A
BB41  E63F                  AND     00111111B
BB43  5F                    LD      E,A
BB44  2EC0                  LD      L,11000000B
BB46  2805                  JR      Z,GTVB1
BB48  B8                    CP      B
BB49  2005                  JR      NZ,GTVB2
BB4B  2E40                  LD      L,01000000B
BB4D  7C          GTVB1:    LD      A,H
BB4E  AD                    XOR     L
BB4F  67                    LD      H,A
BB50  CB74        GTVB2:    BIT     6,H
```

DE にビデラートによる音程データの変化量を求め、ビブラート周期カウンタを 0 にする
注：ビブラートレベル用ワーク(IY＋15)は下位 6 ビットで現在の変化量を表し、上位 2 ビットは次のようになっている
ビット 7=0…音程データに変化量を＋する
ビット 7=1…音程データに変化量を－する
ビット 6=0…変化量は増加中
ビット 6=1…変化量は減少中

```
BB52 28Ø2                JR      Z,GTVB3
BB54 1D                  DEC     E
BB55 1D                  DEC     E
BB56 1C        GTVB3:    INC     E
BB57 7C                  LD      A,H
BB58 E6CØ                AND     11ØØØØØØB
BB5A B3                  OR      E
BB5B FD77ØF              LD      (IY+15),A
BB5E Ø7                  RLCA
BB5F DØ                  RET     NC
BB6Ø 7B        GTVB4:    LD      A,E
BB61 ED44                NEG
BB63 C8                  RET     Z
BB64 5F                  LD      E,A
BB65 15                  DEC     D
BB66 C9                  RET
BB67 58        GTVBE:    LD      E,B
BB68 FD7EØF              LD      A,(IY+15)
BB6B EECØ                XOR     11ØØØØØØB
BB6D FD77ØF              LD      (IY+15),A
BB7Ø 28EE                JR      Z,GTVB4
BB72 C9                  RET
```

```
BB73 FD66ØA    GETFR:    LD      H,(IY+1Ø)
BB76 7C                  LD      A,H
BB77 FD6EØ9              LD      L,(IY+9)
BB7A 19                  ADD     HL,DE
BB7B FDCBØE7E            BIT     7,(IY+14)
BB7F C8                  RET     Z
BB8Ø FD74ØA              LD      (IY+1Ø),H
BB83 FD75Ø9              LD      (IY+9),L
BB86 C9                  RET
```

HLにビブラートによる変化後の音程データを求める
注：ポルタメントのときは新しい音程データをメモリに保管する

```
BB87 FDCBØCF6  BLFCK:    SET     6,(IY+12)
BB8B E62Ø                AND     ØØ1ØØØØØB
BB8D 28Ø9                JR      Z,LFOCK
BB8F FD7EØ8              LD      A,(IY+8)
BB92 C6ØF                ADD     A,3*5
BB94 5F                  LD      E,A
BB95 CDAAC1              CALL    VLDOT
```

エコー処理(Qの残り)に対してはボリュームを落とす

```
BB98 FD7EØC    LFOCK:    LD      A,(IY+12)
BB9B Ø7                  RLCA
BB9C DAE8BB              JP      C,NOLFO
BB9F Ø7                  RLCA
BBAØ 38Ø5                JR      C,VBMCK
BBA2 Ø7                  RLCA
BBA3 Ø7                  RLCA
BBA4 DAE8BB              JP      C,NOLFO
```

・休符のとき
・エコー処理前で
　Qのビット4=1のとき
} NOLFOへ

```
BBA7 CD19BB    VBMCK:    CALL    VBCSB
BBAA 3818                JR      C,TRMCK
```

ビブラートの指定がなければTRMCKへ

```
BBAC CD2CBB              CALL    GETVB
BBAF CD73BB              CALL    GETFR
BBB2 AC                  XOR     H
BBB3 E6Ø8                AND     ØØØØ1ØØØB
BBB5 28Ø9                JR      Z,VBMOK
BBB7 FDCBØCFE            SET     7,(IY+12)
```

変化後の音程データが規定の範囲内なら、音程を変える。範囲外なら音を止め、以降は休符とする

```
BBBB CD74BA             CALL   KYOFF
BBBE 1828               JR     NOLFO
BBCØ CDAEBA   VBMOK:    CALL   SDFRQ
BBC3 4A                 LD     C,D

BBC4 FD7EØC   TRMCK:    LD     A,(IY+12)
BBC7 CB77               BIT    6,A
BBC9 2ØØ4               JR     NZ,TRMC1
BBCB E63Ø               AND    ØØ11ØØØØB
BBCD 2Ø19               JR     NZ,NOLFO
BBCF FD7E12   TRMC1:    LD     A,(IY+18)
BBD2 E6BF               AND    1Ø111111B
BBD4 2812               JR     Z,NOLFO
BBD6 47                 LD     B,A
BBD7 FD3415             INC    (IY+21)
BBDA FD7E15             LD     A,(IY+21)
BBDD FDBE14             CP     (IY+2Ø)
BBEØ 38Ø6               JR     C,NOLFO
BBE2 CDEABB             CALL   TRAMA
BBE5 CD15BC             CALL   TRAVO
BBE8 F1       NOLFO:    POP    AF
BBE9 C9                 RET

BBEA FD3615ØØ TRAMA:    LD     (IY+21),Ø
BBEE 5Ø                 LD     D,B
BBEF CBBA               RES    7,D
BBF1 CB2Ø               SLA    B
BBF3 38Ø2               JR     C,TRMC2
BBF5 Ø6Ø2               LD     B,ØØØØØØ1ØB
BBF7 CB38     TRMC2:    SRL    B
BBF9 FD7E13             LD     A,(IY+19)
BBFC 5F                 LD     E,A
BBFD E67F               AND    Ø1111111B
BBFF 8Ø                 ADD    A,B
BCØØ CB7B               BIT    7,E
BCØ2 28Ø6               JR     Z,FTBIØ
BCØ4 9Ø                 SUB    B
BCØ5 9Ø                 SUB    B
BCØ6 2ØØ5               JR     NZ,FTBI1
BCØ8 18Ø5               JR     FTBI2
BCØA BA       FTBIØ:    CP     D
BCØB 2ØØ2               JR     NZ,FTBI2
BCØD F68Ø     FTBI1:    OR     1ØØØØØØØB
BCØF FD7713   FTBI2:    LD     (IY+19),A
BC12 E67F               AND    Ø1111111B
BC14 C9                 RET

BC15 FDCBØC6E TRAVO:    BIT    5,(IY+12)
BC19 28Ø2               JR     Z,TRAV1
BC1B C6Ø5               ADD    A,5
BC1D 5F       TRAV1:    LD     E,A
BC1E 87                 ADD    A,A
BC1F 83                 ADD    A,E
BC2Ø FD86Ø8             ADD    A,(IY+8)
BC23 5F                 LD     E,A
BC24 C3AAC1             JP     VLDOT
```

- BBC4–BBCD: エコー処理中は TRMC1 へ。エコー指定があるときは NOLFO へ
- BBCF–BBE5: トレモロによるボリューム変化
  注：トレモロ周期カウンタが設定値未満の場合は、ボリュームの変化はない
- BBE8–BBE9: 演奏フラグをもどしてリターン
- BBEA–BC14: A にトレモロによるボリュームの変化量を求め、トレモロ周期カウンタを 0 にする
  注：トレモロレベル用ワーク (IY＋19) のビット 7 で変化量が増加中 (0)、減少中 (1) を表す
- BC15–BC24: A を変化量とするトレモロのボリューム変更を行う。エコー処理中はボリュームを落とす

```
BC27 3E03      FMVD1:  LD    A,3                } @VD(FM)
BC29 1802              JR    FMVUD
BC2B 3EFD      FMVU1:  LD    A,-3               } @VU(FM)
BC2D FD8608    FMVUD:  ADD   A,(IY+8)
BC30 F25DBC            JP    P,CHVO1
BC33 7E        FMCHK:  LD    A,(HL)
BC34 23                INC   HL
BC35 329FBD            LD    (WCKFM+1),A
BC38 FE41              CP    @W
BC3A 2002              JR    NZ,FMCK0
BC3C 7E                LD    A,(HL)
BC3D 23                INC   HL
BC3E FE5C      FMCK0:  CP    @LFO
BC40 DA66BD            JP    C,ONPDA
BC43 1138B9            LD    DE,FMJTB-@LFO*2
BC46 07        FSJMP:  RLCA
BC47 83                ADD   A,E
BC48 3001              JR    NC,FMCK1
BC4A 14                INC   D
BC4B 5F        FMCK1:  LD    E,A
BC4C EB                EX    DE,HL
BC4D 7E                LD    A,(HL)
BC4E 23                INC   HL
BC4F 66                LD    H,(HL)
BC50 6F                LD    L,A
BC51 EB                EX    DE,HL
BC52 D5                PUSH  DE
BC53 C9                RET
```

FM用MSLデータに対し、各コマンド処理ルーチンへジャンプさせる
注：(WCKFM+1)に@Wか、またはそれ以外の値が入る。@Wはそれを任務として次のコマンドを読んでいる


```
BC54 7E        CHVOL:  LD    A,(HL)
BC55 23                INC   HL
BC56 D60F      CVPON:  SUB   15
BC58 ED44              NEG
BC5A 5F                LD    E,A
BC5B 07                RLCA
BC5C 83                ADD   A,E
BC5D 5F        CHVO1:  LD    E,A
BC5E FD7716            LD    (IY+22),A
BC61 3AA1B8            LD    A,(FIOFG)
BC64 B7                OR    A
BC65 280B              JR    Z,CHVO2
BC67 07                RLCA
BC68 38C9              JR    C,FMCHK
BC6A 3AA4B8            LD    A,(FDSIN)
BC6D B7                OR    A
BC6E 20C3              JR    NZ,FMCHK
BC70 1E2D              LD    E,45
BC72 FD7308    CHVO2:  LD    (IY+8),E
BC75 CDAAC1            CALL  VLDOT
BC78 18B9              JR    FMCHK
```

@V(FM)
注：疑似ステレオでFM4〜6の場合、(CVPON+1)の値が大きく(音量は小さく)なっている
フェードアウト中はボリュームの設定をしない
フェードイン中は(FDSIN)を見て、ボリューム変更可なら最小音量を出す

```
BC7A 59        FMLRS:  LD    E,C
BC7B 79                LD    A,C
BC7C C6B4              ADD   A,0B4H
BC7E 4F                LD    C,A
BC7F 7E                LD    A,(HL)
```

@LR(FM)

```
BC8Ø 23                  INC     HL
BC81 CDBCBA              CALL    OUT45
BC84 FD7718              LD      (IY+24),A
BC87 4B        FMLR1:    LD      C,E
BC88 C333BC              JP      FMCHK
```

```
BC8B 7E        OCTDA:    LD      A,(HL)
BC8C 23                  INC     HL
BC8D 3D                  DEC     A
BC8E Ø7                  RLCA
BC8F Ø7                  RLCA
BC9Ø Ø7                  RLCA
BC91 FD7717              LD      (IY+23),A
BC94 C333BC              JP      FMCHK
```

@O(FM)
注：オクターブ値はBLOCK用に変換してからストアする

```
BC97 3EØ8      OCTP1:    LD      A,ØØØØ1ØØØB
BC99 18Ø2                JR      FMOCT
```

@OP(FM)

```
BC9B 3E38      OCTM1:    LD      A,ØØ111ØØØB
BC9D FD8617    FMOCT:    ADD     A,(IY+23)
BCAØ E638                AND     ØØ111ØØØB
BCA2 FD7717              LD      (IY+23),A
BCA5 C333BC              JP      FMCHK
```

@OM(FM)

```
BCA8 7E        QQCHA:    LD      A,(HL)
BCA9 23                  INC     HL
BCAA FD77ØC              LD      (IY+12),A
BCAD C38ABE              JP      FSCHK
```

@Q(FM、SSG)

```
BCBØ 5E        COCHA:    LD      E,(HL)
BCB1 23                  INC     HL
BCB2 56                  LD      D,(HL)
BCB3 23                  INC     HL
BCB4 3E3Ø                LD      A,3ØH
BCB6 81                  ADD     A,C
BCB7 4F                  LD      C,A
BCB8 Ø61C                LD      B,28
BCBA 1A        SDSLØ:    LD      A,(DE)
BCBB 13                  INC     DE
BCBC CDBCBA              CALL    OUT45
BCBF ØC                  INC     C
BCCØ ØC                  INC     C
BCC1 ØC                  INC     C
BCC2 ØC                  INC     C
BCC3 1ØF5                DJNZ    SDSLØ
BCC5 3E1Ø                LD      A,1ØH
BCC7 81                  ADD     A,C
BCC8 4F                  LD      C,A
BCC9 1A                  LD      A,(DE)
BCCA CDBCBA              CALL    OUT45
BCCD FD77ØB              LD      (IY+11),A
BCDØ Ø7                  RLCA
BCD1 Ø7                  RLCA
BCD2 E6Ø3                AND     ØØØØØØ11B
BCD4 FD77ØE              LD      (IY+14),A
BCD7 28Ø4                JR      Z,IY16Ø
BCD9 3A7FB8              LD      A,(LEN64+1)
```

@@(FM)
注：音色の変更を行うと同時に、アルゴリズム、簡易ビブラート等、ワークエリアに必要な項目も読み取る。@Qと@Kは@@によりクリアされる

```
BCDC 3C                  INC    A
BCDD FD771Ø    IY16Ø:    LD     (IY+16),A
BCEØ 79                  LD     A,C
BCE1 D6BØ                SUB    ØBØH
BCE3 4F                  LD     C,A
BCE4 FD5EØ8              LD     E,(IY+8)
BCE7 CDAAC1              CALL   VLDOT

BCEA 79                  LD     A,C
BCEB C6B4                ADD    A,ØB4H
BCED 4F                  LD     C,A
BCEE FD7E18              LD     A,(IY+24)
BCF1 E6CØ                AND    11ØØØØØØB
BCF3 FD7718              LD     (IY+24),A
BCF6 CDBCBA              CALL   OUT45
BCF9 4A                  LD     C,D

BCFA FD3612ØØ            LD     (IY+18),Ø
BCFE FD36ØCØ8            LD     (IY+12),8
BDØ2 FD36ØDØØ  FPS@@:    LD     (IY+13),Ø
BDØ6 C38ABE              JP     FSCHK

BDØ9 7E        TMPDA:    LD     A,(HL)
BDØA 23                  INC    HL
BDØB E5                  PUSH   HL
BDØC C5                  PUSH   BC
BDØD 21D143              LD     HL,17361
BD1Ø Ø6ØØ                LD     B,Ø
BD12 4F                  LD     C,A
BD13 11FFFF              LD     DE,-1
BD16 B7                  OR     A
BD17 ED42      TMPDØ:    SBC    HL,BC
BD19 13                  INC    DE
BD1A 3ØFB                JR     NC,TMPDØ
BD1C EB                  EX     DE,HL
BD1D Ø6Ø4                LD     B,4
BD1F FE29                CP     41
BD21 38Ø9                JR     C,TMPD1
BD23 29                  ADD    HL,HL
BD24 Ø6Ø2                LD     B,2
BD26 FE76                CP     118
BD28 38Ø2                JR     C,TMPD1
BD2A 29                  ADD    HL,HL
BD2B Ø5                  DEC    B
BD2C 11ØØØ4    TMPD1:    LD     DE,1Ø24
BD2F EB                  EX     DE,HL
BD3Ø B7                  OR     A
BD31 ED52                SBC    HL,DE
BD33 7D                  LD     A,L
BD34 ØE25                LD     C,25H
BD36 CD7FBA              CALL   AUT45
BD39 CB1C                RR     H
BD3B 1F                  RRA
BD3C CB1C                RR     H
BD3E 1F                  RRA
BD3F ØD                  DEC    C
```

@T(FM、SSG)
テンポに合わせタイマーA 割込みの周期データを変更し、(LEN64+1)の 64 分音符当りの割込み回数も MSL の表にあるように変更する。コマンドが疑似ステレオ時の FM4〜6 によるものである場合以外は、リズムのテンポも連動して変更される

```
BD4Ø  CD7FBA               CALL    AUT45
BD43  78                   LD      A,B
BD44  327FB8               LD      (LEN64+1),A
BD47  3A57BC               LD      A,(CVPON+1)
BD4A  FEØF                 CP      15
BD4C  2ØØ6                 JR      NZ,TMPD2
BD4E  78                   LD      A,B
BD4F  Ø7                   RLCA
BD5Ø  8Ø                   ADD     A,B
BD51  3243C2               LD      (RZTMP+1),A
BD54  C1        TMPD2:     POP     BC
BD55  E1                   POP     HL
BD56  C38ABE               JP      FSCHK
```

```
BD59  7E        LEND3:     LD      A,(HL)
BD5A  18Ø3                 JR      LENS7
```

@L3(FM、SSG)

```
BD5C  7E        LENDA:     LD      A,(HL)
BD5D  Ø7                   RLCA
BD5E  86                   ADD     A,(HL)
BD5F  FD77Ø7    LENS7:     LD      (IY+7),A
BD62  23                   INC     HL
BD63  C38ABE               JP      FSCHK
```

@L(FM、SSG)

```
BD66  E5        ONPDA:     PUSH    HL
BD67  16ØØ                 LD      D,Ø
BD69  5F                   LD      E,A
BD6A  FD4617               LD      B,(IY+23)
BD6D  FD7EØD               LD      A,(IY+13)
BD7Ø  83                   ADD     A,E
BD71  FE42                 CP      @C
BD73  38ØD                 JR      C,MOCØ1
BD75  FE59                 CP      @B+1
BD77  5F                   LD      E,A
BD78  38ØF                 JR      C,KOCØØ
BD7A  D618                 SUB     24
BD7C  5F                   LD      E,A
BD7D  78                   LD      A,B
BD7E  C6Ø8                 ADD     A,ØØØØ1ØØØB
BD8Ø  18Ø6                 JR      BKOCØ
BD82  C618      MOCØ1:     ADD     A,24
BD84  5F                   LD      E,A
BD85  78                   LD      A,B
BD86  D6Ø8                 SUB     ØØØØ1ØØØB
BD88  47        BKOCØ:     LD      B,A
BD89  217EB9    KOCØØ:     LD      HL,OBASE-@C
BD8C  19                   ADD     HL,DE
BD8D  5E                   LD      E,(HL)
BD8E  FD73Ø9               LD      (IY+9),E
BD91  23                   INC     HL
BD92  7E                   LD      A,(HL)
BD93  BØ                   OR      B
BD94  FD77ØA               LD      (IY+1Ø),A
BD97  67                   LD      H,A
BD98  6B                   LD      L,E
BD99  CDAEBA               CALL    SDFRQ
BD9C  4A                   LD      C,D
```

@C〜@B(FM)

- データに合わせ音程データをFM音源ICに送る
- @Wで結ばれていなければ、ビブラート、トレモロのワークエリアをイニシャライズする。ただし、トレモロのシンクロオフのときはトレモロのイニシャライズはしない
- キーオン後、音長をセットする

```
BD9D E1                 POP    HL
BD9E 3EØØ      WCKFM:   LD     A,Ø
BDAØ FE41               CP     @W
BDA2 2811               JR     Z,FMTAI
BDA4 CDC1BD             CALL   FTINI
BDA7 FD7E13             LD     A,(IY+19)
BDAA E67F               AND    Ø1111111B
BDAC CD1DBC             CALL   TRAV1
BDAF 79                 LD     A,C
BDBØ C6FØ               ADD    A,ØFØH
BDB2 CD7BBA             CALL   KEYSD
BDB5 CDEEBD    FMTAI:   CALL   QFUD1
BDB8 CØ                 RET    NZ
BDB9 FD35Ø2             DEC    (IY+2)
BDBC FD36Ø3Ø1           LD     (IY+3),1
BDCØ C9                 RET

BDC1 FDCBØC5E  FTINI:   BIT    3,(IY+12)
BDC5 28Ø6               JR     Z,FTIN1
BDC7 FDCB1276           BIT    6,(IY+18)
BDCB 2ØØ8               JR     NZ,FTIN2
BDCD FD3613ØØ  FTIN1:   LD     (IY+19),Ø
BDD1 FD3615ØØ           LD     (IY+21),Ø
BDD5 FD36ØFCØ  FTIN2:   LD     (IY+15),11ØØØØØØB
BDD9 FD3611ØØ           LD     (IY+17),Ø
BDDD FDCBØCBE           RES    7,(IY+12)
BDE1 FDCBØCB6           RES    6,(IY+12)
BDE5 C9                 RET

BDE6 FDCBØCFE  QFUDA:   SET    7,(IY+12)
BDEA FDCBØCB6           RES    6,(IY+12)
BDEE FD56Ø7    QFUD1:   LD     D,(IY+7)
BDF1 7E                 LD     A,(HL)
BDF2 FE41               CP     @1+1
BDF4 3ØØ4               JR     NC,LD2ED
BDF6 Ø7                 RLCA
BDF7 86                 ADD    A,(HL)
BDF8 57                 LD     D,A
BDF9 23                 INC    HL
BDFA FD75ØØ    LD2ED:   LD     (IY+Ø),L
BDFD FD74Ø1             LD     (IY+1),H
BEØØ FD7EØC             LD     A,(IY+12)
BEØ3 E6Ø7               AND    ØØØØØ111B
BEØ5 282Ø               JR     Z,QDAØ8
BEØ7 47                 LD     B,A
BEØ8 7A                 LD     A,D
BEØ9 1EØØ               LD     E,Ø
BEØB CB3A               SRL    D
BEØD CB1B               RR     E
BEØF CB3A               SRL    D
BE11 CB1B               RR     E
BE13 CB3A               SRL    D
BE15 CB1B               RR     E
BE17 21ØØØØ             LD     HL,Ø
BE1A 19        FLEØL:   ADD    HL,DE
BE1B 1ØFD               DJNZ   FLEØL
```

(BDC1–BDE5) ビブラート、トレモロの各ワークをイニシャライズする
注：Q、トレモロのシンクロ状態によりイニシャライズが若干違う

(BDE6–BDEA) 休符のフラグ

(BDEE–BE1B) **音長の設定**
・演奏用データが音長を伴っていれば、その音長を割込み回数に変換し、伴っていなければ@Lで指定された回数を採用する
・音長(割込み回数)は@Qで示された値により、振り分けられる

```
BE1D 25                  DEC    H                  ┐
BE1E 24                  INC    H                  │
BE1F 2001                JR     NZ,FLE01           │
BE21 24                  INC    H                  │
BE22 94        FLE01:    SUB    H                  │
BE23 FD7703              LD     (IY+3),A           │
BE26 54                  LD     D,H                │
BE27 FD7202    QDA08:    LD     (IY+2),D           │
BE2A C9                  RET                       ┘

BE2B 5E        JPSR3:    LD     E,(HL)             ┐
BE2C 23                  INC    HL                 │
BE2D 56                  LD     D,(HL)             │
BE2E 23                  INC    HL                 │
BE2F E5                  PUSH   HL                 │
BE30 2A9EB8              LD     HL,(SFLAX)         │ @JP3(FM)……チャンネル1、4専用
BE33 CB56                BIT    2,(HL)             │ 注：チャンネル3、6が演奏中の場合にはチャ
BE35 2010                JR     NZ,PHSRT           │    ンネル3、6のデータセットはしない
BE37 FD7332              LD     (IY+50),E          │
BE3A FD7233              LD     (IY+51),D          │
BE3D FD363401            LD     (IY+52),1          │
BE41 FD363500            LD     (IY+53),0          │
BE45 CBD6                SET    2,(HL)             │
BE47 E1        PHSRT:    POP    HL                 ┘
BE48 7E        JPSRT:    LD     A,(HL)             ┐
BE49 23                  INC    HL                 │
BE4A 66                  LD     H,(HL)             │ @JP1(FM、SSG、リズム)
BE4B 6F                  LD     L,A                │
BE4C 183C                JR     FSCHK              ┘

BE4E 7E        KYCHN:    LD     A,(HL)             ┐
BE4F 23                  INC    HL                 │
BE50 87                  ADD    A,A                │ @K(FM、SSG)
BE51 FD770D              LD     (IY+13),A          │
BE54 1834                JR     FSCHK              ┘

BE56 7E        CALMT:    LD     A,(HL)             ┐
BE57 23                  INC    HL                 │ @CALM(FM、SSG、リズム)
BE58 1802                JR     CALS1              ┘
BE5A 3E01      CALST:    LD     A,1                ┐
BE5C FD7706    CALS1:    LD     (IY+6),A           │
BE5F FD7504              LD     (IY+4),L           │
BE62 FD7405              LD     (IY+5),H           │
BE65 7E        CALS2:    LD     A,(HL)             │ @CAL1(FM、SSG、リズム)
BE66 23                  INC    HL                 │
BE67 66                  LD     H,(HL)             │
BE68 6F                  LD     L,A                │
BE69 181F                JR     FSCHK              ┘

BE6B FD6E04    RTCAL:    LD     L,(IY+4)           ┐
BE6E FD6605              LD     H,(IY+5)           │
BE71 FD3506              DEC    (IY+6)             │
BE74 20EF                JR     NZ,CALS2           │
BE76 23                  INC    HL                 │ @RET(FM、SSG、リズム)
BE77 23                  INC    HL                 │
BE78 FD7500              LD     (IY+0),L           │
```

```
BE7B FD74Ø1           LD     (IY+1),H
BE7E 18ØA             JR     FSCHK

BE8Ø 7E      FPVIB:   LD     A,(HL)         ┐
BE81 23               INC    HL             │
BE82 FD77ØE           LD     (IY+14),A      │
BE85 7E               LD     A,(HL)         ├ @VB(FM、SSG)
BE86 23               INC    HL             │
BE87 FD771Ø           LD     (IY+16),A      │
BE8A C333BC  FSCHK:   JP     FMCHK          ┘

BE8D 7E      FPTRM:   LD     A,(HL)         ┐
BE8E 23               INC    HL             │
BE8F FD7712           LD     (IY+18),A      │
BE92 7E               LD     A,(HL)         ├ @TR(FM、SSG)
BE93 23               INC    HL             │
BE94 FD7714           LD     (IY+2Ø),A      │
BE97 18F1             JR     FSCHK          ┘

BE99 5E      CPROG:   LD     E,(HL)         ┐
BE9A 23               INC    HL             │
BE9B 56               LD     D,(HL)         │
BE9C 23               INC    HL             │
BE9D E5               PUSH   HL             │
BE9E C5               PUSH   BC             │
BE9F EB               EX     DE,HL          ├ @PROG(FM、SSG)
BEAØ 11A5BE           LD     DE,CPRET       │
BEA3 D5               PUSH   DE             │
BEA4 E9               JP     (HL)           │
BEA5 C1      CPRET:   POP    BC             │
BEA6 E1               POP    HL             │
BEA7 18E1             JR     FSCHK          ┘

BEA9 59      SDREG:   LD     E,C            ┐
BEAA 4E               LD     C,(HL)         │
BEAB 23               INC    HL             │
BEAC 7E               LD     A,(HL)         ├ @Y(FM、SSG)
BEAD 23               INC    HL             │
BEAE CDBCBA           CALL   OUT45          │
BEB1 4B               LD     C,E            │
BEB2 18D6             JR     FSCHK          ┘

BEB4 7E      FMLFO:   LD     A,(HL)         ┐
BEB5 23               INC    HL             │
BEB6 59               LD     E,C            │
BEB7 ØE22             LD     C,22H          ├ @LFO(FM)……サウンドボードII専用
BEB9 CD7FBA           CALL   AUT45          │
BEBC 4B               LD     C,E            │
BEBD 18CB             JR     FSCHK          ┘

BEBF 2B      R7ØHL:   DEC    HL               データアドレスを－1する
BECØ 41      R7OFF:   LD     B,C            ┐
BEC1 Ø4               INC    B              │
BEC2 3E84             LD     A,1ØØØØ1ØØB    │
BEC4 Ø7      R7OFL:   RLCA                  │
BEC5 1ØFD             DJNZ   R7OFL          │
```

```
BEC7  47                  LD     B,A          SSGチャンネル(C)をミキサーで音を止める
BEC8  CD8FBA              CALL   GTRG7        と共に、ボリュームも0にする
BECB  BØ                  OR     B
BECC  41                  LD     B,C
BECD  ØEØ7                LD     C,7
BECF  CDA3BA              CALL   POT45
BED2  3EØ8                LD     A,8
BED4  8Ø                  ADD    A,B
BED5  4F                  LD     C,A
BED6  AF                  XOR    A
BED7  CDA3BA              CALL   POT45
BEDA  48                  LD     C,B
BEDB  C9                  RET

BEDC  ØF        BPSCK:    RRCA                演奏フラグが立っていなければリターン
BEDD  DØ                  RET    NC
BEDE  F5                  PUSH   AF           演奏フラグの退避
BEDF  CDE8C1              CALL   PADEX        フェードのチェック
BEE2  3A71B8              LD     A,(LENCK+1)  (LENCK+1)≠ならPSLFOへ
BEE5  3D                  DEC    A
BEE6  C242BF              JP     NZ,PSLFO
BEE9  FD35Ø2              DEC    (IY+2)       音長カウンタを−1し、0でないならPSLFOへ
BEEC  C242BF              JP     NZ,PSLFO
BEEF  FD7EØ3              LD     A,(IY+3)     Qカウンタ=0ならPQ000へ
BEF2  B7                  OR     A
BEF3  2817                JR     Z,PQØØØ
BEF5  FD77Ø2              LD     (IY+2),A     Qによる残りの音量をセットし、エコー処理が
BEF8  FD36Ø3ØØ            LD     (IY+3),Ø     あればBLFCKへ
BEFC  FD7EØC              LD     A,(IY+12)
BEFF  E63Ø                AND    ØØ11ØØØØB
BFØ1  2Ø1E                JR     NZ,BPFCK
BFØ3  FDCBØCFE            SET    7,(IY+12)    休符のサイン
BFØ7  CDCØBE              CALL   R7OFF        音を止め演奏フラグをもどしてリータン
BFØA  F1                  POP    AF
BFØB  C9                  RET

BFØC  FD6EØØ    PQØØØ:    LD     L,(IY+Ø)     ・次が@Wで結ばれていなければ音をカット
BFØF  FD66Ø1              LD     H,(IY+1)       する
BF12  7E                  LD     A,(HL)       ・新しいデータにより演奏を行う
BF13  23                  INC    HL
BF14  3281CØ              LD     (WCKSG+1),A
BF17  FE41                CP     @W
BF19  C4BFBE              CALL   NZ,R7ØHL
BF1C  CD34CØ              CALL   SGCHK
BF1F  F1                  POP    AF
BF2Ø  C9                  RET

BF21  FDCBØCF6  BPFCK:    SET    6,(IY+12)    Qの残りに対するエコー処理で、必要に応じカ
BF25  FE1Ø                CP     ØØØ1ØØØØB    ウンタのセットやボリュームダウンを行う
BF27  2819                JR     Z,PSLFO
BF29  FD3619FF            LD     (IY+25),ØFFH
BF2D  FD3615FF            LD     (IY+21),ØFFH
BF31  59                  LD     E,C
BF32  3EØ8                LD     A,8
BF34  81                  ADD    A,C
BF35  4F                  LD     C,A
```

```
BF36 FD7E1A               LD     A,(IY+26)
BF39 D6Ø5                 SUB    5
BF3B D4A3BA               CALL   NC,POT45
BF3E FD771A               LD     (IY+26),A
BF41 4B                   LD     C,E
BF42 FD7EØC      PSLFO:   LD     A,(IY+12)
BF45 Ø7                   RLCA
BF46 DAØ6CØ               JP     C,NOPFO      ・休符のとき                        }
BF49 Ø7                   RLCA                ・エコー処理前で                    } NOPFOへ
BF4A 38Ø7                 JR     C,VBPCK        Qのビット5、4=1のとき             }
BF4C E6CØ                 AND    11ØØØØØØB
BF4E FECØ                 CP     11ØØØØØØB
BF5Ø CAØ6CØ               JP     Z,NOPFO
BF53 CD19BB      VBPCK:   CALL   VBCSB        } ビブラートの指定がなければPTRCKへ
BF56 384D                 JR     C,PTRCK      }
BF58 CD2CBB               CALL   GETVB        } DEに音程データの変化量を求め、ノイズ使用
BF5B FDCBØB6E             BIT    5,(IY+11)    } 中のチャンネル3でなければVBPC2へ
BF5F 2Ø26                 JR     NZ,VBPC2     }
BF61 3AA6B8               LD     A,(REGD6)    }
BF64 FDCBØE7E             BIT    7,(IY+14)    } ノイズビブラート
BF68 28Ø5                 JR     Z,VBPCØ      }
BF6A 3EØ6                 LD     A,6          } ノイズポルタメント
BF6C CD91BA               CALL   GTSSD        }
BF6F 93          VBPCØ:   SUB    E
BF7Ø FE2Ø                 CP     32
BF72 38ØA                 JR     C,VBPC1
BF74 FD7EØF               LD     A,(IY+15)
BF77 EE4Ø                 XOR    Ø1ØØØØØØB
BF79 FD77ØF               LD     (IY+15),A    ノイズパターンの変化
BF7C 1827                 JR     PTRCK
BF7E 41          VBPC1:   LD     B,C
BF7F ØEØ6                 LD     C,6
BF81 CDA3BA               CALL   POT45
BF84 48                   LD     C,B
BF85 181E                 JR     PTRCK
BF87 CD73BB      VBPC2:   CALL   GETFR
BF8A 7C                   LD     A,H
BF8B E6FØ                 AND    1111ØØØØB
BF8D 28Ø9                 JR     Z,VBPOK
BF8F FDCBØCFE             SET    7,(IY+12)
BF93 CDCØBE               CALL   R7OFF
BF96 186E                 JR     NOPFO        変化後の音程データが規定の範囲内なら音程を
BF98 59          VBPOK:   LD     E,C          変える。範囲外なら音を止め、以降は休符とす
BF99 CB21                 SLA    C            る
BF9B 7D                   LD     A,L
BF9C CDA3BA               CALL   POT45
BF9F ØC                   INC    C
BFAØ 7C                   LD     A,H
BFA1 CDA3BA               CALL   POT45
BFA4 4B                   LD     C,E

BFA5 69          PTRCK:   LD     L,C
BFA6 3EØ8                 LD     A,8
BFA8 81                   ADD    A,C
BFA9 4F                   LD     C,A          エコー処理中はPTRC1へ。ビット5の立って
BFAA FD7EØC               LD     A,(IY+12)    いるエコー指定のときはPEVCKへ
```

```
BFAD CB77                BIT     6,A
BFAF 2ØØ4                JR      NZ,PTRC1
BFB1 E62Ø                AND     ØØ1ØØØØØB
BFB3 2Ø19                JR      NZ,PEVCK
```

```
BFB5 FD7E12     PTRC1:   LD      A,(IY+18)
BFB8 E6BF                AND     1Ø111111B
BFBA 2812                JR      Z,PEVCK
BFBC 47                  LD      B,A
BFBD FD3415              INC     (IY+21)
BFCØ FD7E15              LD      A,(IY+21)
BFC3 FDBE14              CP      (IY+2Ø)
BFC6 38Ø6                JR      C,PEVCK
BFC8 CDEABB              CALL    TRAMA
BFCB CD9ABA              CALL    PRAVO
```

トレモロによるボリューム変化
注：トレモロ周期カウンタが設定値未満の場合は、ボリュームの変化はない

```
BFCE FD7E18     PEVCK:   LD      A,(IY+24)
BFD1 47                  LD      B,A
BFD2 B7                  OR      A
BFD3 283Ø                JR      Z,NOPTR
```

ソフトウェア・エンベロープの指定がなければNOPTRへ

```
BFD5 FD7EØC              LD      A,(IY+12)
BFD8 CB77                BIT     6,A
BFDA 2ØØ4                JR      NZ,PEVC1
BFDC E63Ø                AND     ØØ11ØØØØB
BFDE 2Ø25                JR      NZ,NOPTR
```

エコー処理中はPEVC1へ
エコー処理前でQのビット5、4=00でないならNOPTRへ

```
BFEØ FD3419     PEVC1:   INC     (IY+25)
BFE3 78                  LD      A,B
BFE4 FDBE19              CP      (IY+25)
BFE7 2Ø1C                JR      NZ,NOPTR
BFE9 FD3619ØØ            LD      (IY+25),Ø
BFED FD7E1A              LD      A,(IY+26)
BFFØ 3D                  DEC     A
BFF1 2ØØ6                JR      NZ,NOWPE
BFF3 FDCBØCFE            SET     7,(IY+12)
BFF7 18ØC                JR      NOPTR
BFF9 FD771A     NOWPE:   LD      (IY+26),A
BFFC 47                  LD      B,A
BFFD FD7E12              LD      A,(IY+18)
CØØØ B7                  OR      A
CØØ1 78                  LD      A,B
CØØ2 CCA3BA              CALL    Z,POT45
```

ソフトウェア・エンベロープの周期カウンタが設定値となるたびにボリュームを落とす。ボリューム=0となったら休符とする

```
CØØ5 4D         NOPTR:   LD      C,L
```

C←SSGチャンネル番号

```
CØØ6 F1         NOPFO:   POP     AF
CØØ7 C9                  RET
```

演奏フラグをもどしてリターン

```
CØØ8 5E         CHVOS:   LD      E,(HL)
CØØ9 23                  INC     HL
CØØA FD7316     SGVOC:   LD      (IY+22),E
CØØD 3AA1B8              LD      A,(FIOFG)
CØ1Ø B7                  OR      A
CØ11 28ØB                JR      Z,SGGØ8
CØ13 Ø7                  RLCA
CØ14 381E                JR      C,SGCHK
CØ16 3AA4B8              LD      A,(FDSIN)
CØ19 B7                  OR      A
CØ1A 2Ø18                JR      NZ,SGCHK
CØ1C 1EØ1                LD      E,1
CØ1E FD73Ø8     SGGØ8:   LD      (IY+8),E
```

@V(SSG)
注：フェードに対する処理はFMと同様

```
CØ21 FD731A              LD    (IY+26),E
CØ24 18ØE                JR    SGCHK

CØ26 3EFF      PSVD1:    LD    A,-1               } @VD(SSG)
CØ28 18Ø2                JR    PSVUD
CØ2A 3EØ1      PSVU1:    LD    A,1
CØ2C FD86Ø8    PSVUD:    ADD   A,(IY+8)
CØ2F FE1Ø                CP    16                 } @VU(SSG)
CØ31 5F                  LD    E,A
CØ32 38D6                JR    C,SGVOC
CØ34 7E        SGCHK:    LD    A,(HL)
CØ35 23                  INC   HL
CØ36 FE59                CP    @R7                } SSG用MSLデータに対し、各コマンド処理
CØ38 38Ø6                JR    C,ONPDS              ルーチンへジャンプさせる
CØ3A 117ØB9              LD    DE,PSJTB-@R7*2
CØ3D C346BC              JP    FSJMP

CØ4Ø E5        ONPDS:    PUSH  HL
CØ41 16ØØ                LD    D,Ø
CØ43 5F                  LD    E,A
CØ44 FD4617              LD    B,(IY+23)
CØ47 FD7EØD              LD    A,(IY+13)
CØ4A 83                  ADD   A,E
CØ4B FE42                CP    @C
CØ4D 38ØB                JR    C,PKCØ1
CØ4F FE59                CP    @B+1
CØ51 5F                  LD    E,A
CØ52 38ØD                JR    C,SOCØØ
CØ54 D618                SUB   24
CØ56 5F                  LD    E,A
CØ57 Ø4                  INC   B
CØ58 18Ø7                JR    SOCØØ
CØ5A C618      PKCØ1:    ADD   A,24
CØ5C 5F                  LD    E,A
CØ5D Ø5                  DEC   B
CØ5E 2ØØ1                JR    NZ,SOCØØ
CØ6Ø Ø4                  INC   B
CØ61 2196B9    SOCØØ:    LD    HL,PBASE-@C
CØ64 19                  ADD   HL,DE
CØ65 5E                  LD    E,(HL)
CØ66 23                  INC   HL
CØ67 56                  LD    D,(HL)
CØ68 CB3A      SVLRR:    SRL   D
CØ6A CB1B                RR    E
CØ6C 1ØFA                DJNZ  SVLRR
CØ6E FD73Ø9    SVNOR:    LD    (IY+9),E
CØ71 FD72ØA              LD    (IY+1Ø),D
CØ74 69                  LD    L,C
CØ75 CB21                SLA   C
CØ77 7B                  LD    A,E
CØ78 CDA3BA              CALL  POT45
CØ7B ØC                  INC   C
CØ7C 7A                  LD    A,D
CØ7D CDA3BA              CALL  POT45

CØ8Ø 3EØØ      WCKSG:    LD    A,Ø
```

@C～@B(SSG)
- データに合わせ音程データをSSG音源部へ送る
- @Wで結ばれていなければ、ビブラート、トレモロ、ソフトウェア・エンベロープのワークエリアをイニシャライズする。ただし、トレモロのシンクロオフのときは、トレモロのイニシャライズはしない
- チャンネル３のノイズ使用中に限り、@Wで結ばれていなければノイズパターンも指定初期値にする
- 音を出した後、音長セットルーチンへジャンプする

```
CØ82 FE41               CP     @W
CØ84 2842               JR     Z,SGTAI
CØ86 CDC1BD             CALL   FTINI
CØ89 FD361900           LD     (IY+25),Ø
CØ8D FDCBØB6E           BIT    5,(IY+11)
CØ91 2ØØ8               JR     NZ,ONPR7
CØ93 3AA6B8             LD     A,(REGD6)
CØ96 ØEØ6               LD     C,6
CØ98 CDA3BA             CALL   POT45
CØ9B CD8FBA    ONPR7:   CALL   GTRG7
CØ9E FDA6ØB             AND    (IY+11)
CØA1 ØEØ7               LD     C,7
CØA3 CDA3BA             CALL   POT45
CØA6 FD7EØ8             LD     A,(IY+8)
CØA9 FD771A             LD     (IY+26),A
CØAC 47                 LD     B,A
CØAD 3EØ8               LD     A,8
CØAF 85                 ADD    A,L
CØBØ 4F                 LD     C,A
CØB1 FD7E13             LD     A,(IY+19)
CØB4 E67F               AND    Ø1111111B
CØB6 CD9ABA             CALL   PRAVO
CØB9 CB6Ø               BIT    4,B
CØBB 28ØB               JR     Z,SGTAI
CØBD FDCB1AA6           RES    4,(IY+26)
CØC1 3EØØ      EVPAT:   LD     A,Ø
CØC3 ØEØD               LD     C,13
CØC5 CDA3BA             CALL   POT45
CØC8 4D        SGTAI:   LD     C,L
CØC9 E1                 POP    HL
CØCA C3EEBD             JP     QFUD1

CØCD 5E        COCHS:   LD     E,(HL)
CØCE 23                 INC    HL
CØCF 56                 LD     D,(HL)
CØDØ 23                 INC    HL
CØD1 1A                 LD     A,(DE)
CØD2 FD77ØE             LD     (IY+14),A
CØD5 13                 INC    DE
CØD6 1A                 LD     A,(DE)
CØD7 FD771Ø             LD     (IY+16),A
CØDA 13                 INC    DE
CØDB 1A                 LD     A,(DE)
CØDC FD7712             LD     (IY+18),A
CØDF 13                 INC    DE
CØEØ 1A                 LD     A,(DE)
CØE1 FD7714             LD     (IY+2Ø),A
CØE4 13                 INC    DE
CØE5 1A                 LD     A,(DE)
CØE6 FD7718             LD     (IY+24),A
CØE9 13                 INC    DE
CØEA 1A                 LD     A,(DE)
CØEB FD77ØC             LD     (IY+12),A
CØEE C3Ø2BD             JP     FPS@@
```

@@(SSG)
音色データをワークエリアへ入れる。@Q と@K はクリアされる

```
CØF1 5E         JPPR3:  LD      E,(HL)
CØF2 23                 INC     HL
CØF3 56                 LD      D,(HL)
CØF4 23                 INC     HL
CØF5 E5                 PUSH    HL
CØF6 21ADB7             LD      HL,SFLAG+1
CØF9 CB6E               BIT     5,(HL)
CØFB C247BE             JP      NZ,PHSRT
CØFE ED5375B9   JP3OK:  LD      (PDAT3),DE
C1Ø2 11Ø1ØØ             LD      DE,1
C1Ø5 ED5377B9           LD      (PTER3),DE
C1Ø9 CBEE               SET     5,(HL)
C1ØB C347BE             JP      PHSRT

C1ØE 7E         OCTDS:  LD      A,(HL)
C1ØF 23                 INC     HL
C11Ø FD7717             LD      (IY+23),A
C113 18Ø8               JR      TOSGK
C115 FD3417     OCPP1:  INC     (IY+23)
C118 18Ø3               JR      TOSGK
C11A FD3517     OCPM1:  DEC     (IY+23)
C11D C334CØ     TOSGK:  JP      SGCHK

C12Ø 7E         SGENV:  LD      A,(HL)
C121 23                 INC     HL
C122 FD7718             LD      (IY+24),A
C125 18F6               JR      TOSGK

C127 7E         SDRG7:  LD      A,(HL)
C128 23                 INC     HL
C129 FD77ØB             LD      (IY+11),A
C12C 18EF               JR      TOSGK

C12E 7E         SDRG6:  LD      A,(HL)
C12F 23                 INC     HL
C13Ø 32A6B8             LD      (REGD6),A
C133 59                 LD      E,C
C134 ØEØ6               LD      C,6
C136 CDA3BA             CALL    POT45
C139 4B                 LD      C,E
C13A 18E1               JR      TOSGK

C13C 7E         SDR13:  LD      A,(HL)
C13D 23                 INC     HL
C13E 32C2CØ             LD      (EVPAT+1),A
C141 18DA               JR      TOSGK

C143 ØC         SDOFF:  INC     C
C144 3E7F               LD      A,Ø1111111B
C146 Ø7         SDFLØ:  RLCA
C147 ØD                 DEC     C
C148 2ØFC               JR      NZ,SDFLØ
C14A 2A9EB8             LD      HL,(SFLAX)
C14D A6                 AND     (HL)
C14E 77                 LD      (HL),A
C14F FD3618CØ           LD      (IY+24),11ØØØØØØB
C153 18ØF               JR      SOFF2
```

Comments (right-hand brackets):

- C0F1–C10B: @JP3(SSG)……チャンネル１専用　注：チャンネル３が演奏中の場合には、チャンネル３のデータはセットしない
- C10E–C113: @O(SSG)
- C115–C118: @OP(SSG)
- C11A–C11D: @OM(SSG)
- C120–C125: @EV(SSG)
- C127–C12C: @R7(SSG)
- C12E–C13A: @R6(SSG)
- C13C–C141: @S(SSG)
- C143–C153: @FIN(FM)

```
C155 41         SGOFF:  LD     B,C            ┐
C156 Ø4                 INC    B              │
C157 3EFB               LD     A,11111Ø11B    │
C159 Ø7         SGFLØ:  RLCA                  │
C15A 1ØFD               DJNZ   SGFLØ          │
C15C 21ADB7             LD     HL,SFLAG+1     │
C15F A6                 AND    (HL)           │ @FIN(SSG)
C16Ø 77                 LD     (HL),A         │
C161 CDCØBE             CALL   R7OFF          │
C164 FD36Ø2Ø1   SOFF2:  LD     (IY+2),1       │
C168 FD36Ø3ØØ           LD     (IY+3),Ø       │
C16C FD36Ø6ØØ           LD     (IY+6),Ø       │
C17Ø C9                 RET                   ┘

C171 3AA4B8     FADEX:  LD     A,(FDSIN)      ┐ フェード(FM)
C174 Ø7                 RLCA                  │ (FDSIN)のビット7=0ならフェードによるボ
C175 DØ                 RET    NC             ┘ リューム変更なし
C176 3AA1B8             LD     A,(FIOFG)      ┐
C179 ØF                 RRCA                  │ (FIOFG)=1ならFDINXへ
C17A 3815               JR     C,FDINX        ┘
C17C FD7EØ8             LD     A,(IY+8)       ┐
C17F C6Ø3               ADD    A,3            │ フェードアウト
C181 FE2D               CP     45             │
C183 381C               JR     C,I8VLD        ┘
C185 CD74BA     VFEND:  CALL   KYOFF          ┐
C188 CD43C1             CALL   SDOFF          │ フェードアウト完了
C18B CDD3C1             CALL   FOCHK          ┘
C18E F1                 POP    AF               SP合わせのためのダミー
C18F F1                 POP    AF             ┐ 演奏フラグをもどしてリターン
C19Ø C9                 RET                   ┘

C191 3AA4B8     FDINX:  LD     A,(FDSIN)      ┐ 15回フェードインを行ったら(ボリュームは
C194 E6ØF               AND    ØØØØ1111B      │ Maxになっているはずなので)FINEDへ
C196 2848               JR     Z,FINED        ┘
C198 FD7EØ8             LD     A,(IY+8)       ┐
C19B FDBE16             CP     (IY+22)        │ @Vで指定された音量になっていればリターン
C19E C8                 RET    Z              ┘
C19F D6Ø3               SUB    3              ┐
C1A1 5F         I8VLD:  LD     E,A            │ フェードイン
C1A2 FD73Ø8             LD     (IY+8),E       │ 注:トレモロの指定があるときは、トレモロ側
C1A5 FD7E12             LD     A,(IY+18)      │    でボリュームを変化させる
C1A8 B7                 OR     A              │
C1A9 CØ                 RET    NZ             ┘
C1AA 51         VLDOT:  LD     D,C            ┐
C1AB FD7EØB             LD     A,(IY+11)      │
C1AE E6Ø7               AND    ØØØØØ111B      │
C1BØ FEØ4               CP     4              │
C1B2 3815               JR     C,CALC4        │
C1B4 28ØE               JR     Z,CALC2        │
C1B6 FEØ7               CP     7              │
C1B8 38Ø5               JR     C,CALC3        │
C1BA 3E4Ø               LD     A,4ØH          │ FM用ボリューム設定ルーチン
C1BC CDCBC1             CALL   VLOUT          │ 注:アルゴリズムによりOLを変更するオペ
C1BF 3E44       CALC3:  LD     A,44H          │    レータを選択しなければならない
C1C1 CDCBC1             CALL   VLOUT          │
C1C4 3E48       CALC2:  LD     A,48H          │
```

```
C1C6 CDCBC1              CALL    VLOUT
C1C9 3E4C      CALC4:    LD      A,4CH
C1CB 82        VLOUT:    ADD     A,D
C1CC 4F                  LD      C,A
C1CD 7B                  LD      A,E
C1CE CDBCBA              CALL    OUT45
C1D1 4A                  LD      C,D
C1D2 C9                  RET

C1D3 3AADB7    FOCHK:    LD      A,(SFLAG+1)
C1D6 5F                  LD      E,A
C1D7 3A2BB8              LD      A,(SFLA2+1)
C1DA B3                  OR      E
C1DB C0                  RET     NZ
C1DC 3C                  INC     A
C1DD 3271B8              LD      (LENCK+1),A
C1E0 AF        FINED:    XOR     A
C1E1 32A1B8              LD      (FIOFG),A
C1E4 32A4B8              LD      (FDSIN),A
C1E7 C9                  RET

C1E8 3AA4B8    PADEX:    LD      A,(FDSIN)
C1EB 07                  RLCA
C1EC D0                  RET     NC
C1ED 3AA1B8              LD      A,(FIOFG)
C1F0 0F                  RRCA
C1F1 381C                JR      C,PDINX
C1F3 FD7E08              LD      A,(IY+8)
C1F6 3D                  DEC     A
C1F7 280D                JR      Z,VPEND
C1F9 FD7708              LD      (IY+8),A
C1FC FDBE1A              CP      (IY+26)
C1FF 3023                JR      NC,PIOVC
C201 FD771A              LD      (IY+26),A
C204 181E                JR      PIOVC
C206 CD55C1    VPEND:    CALL    SGOFF
C209 CDD3C1              CALL    FOCHK
C20C F1                  POP     AF
C20D F1                  POP     AF
C20E C9                  RET

C20F 3AA4B8    PDINX:    LD      A,(FDSIN)
C212 E60F                AND     00001111B
C214 28CA                JR      Z,FINED
C216 FD7E08              LD      A,(IY+8)
C219 FDBE16              CP      (IY+22)
C21C D0                  RET     NC
C21D 3C                  INC     A
C21E FD7708              LD      (IY+8),A
C221 FD341A              INC     (IY+26)
C224 FD7E12    PIOVC:    LD      A,(IY+18)
C227 FDB618              OR      (IY+24)
C22A C0                  RET     NZ
C22B 59                  LD      E,C
C22C 3E08                LD      A,8
C22E 81                  ADD     A,C
```

全チャンネルともフェードアウトが完了していれば、フェードに関するワークをクリアする

フェード(SSG)
SSGに対してFMと同様の内容でフェード処理(ボリューム変更)を行う

```
C22F 4F                  LD     C,A
C23Ø FD7EØ8              LD     A,(IY+8)
C233 CDA3BA              CALL   POT45
C236 4B                  LD     C,E
C237 C9                  RET

C238 CD22C3    BRZCK:    CALL   RADEX         リズム用フェードチェック
C23B 3EØ1      BRZDA:    LD     A,1
C23D 3D                  DEC    A             リズム用基準割込み回数のチェック
C23E 323CC2              LD     (BRZDA+1),A   注：64分音符基準、4分音符／12の基準によっ
C241 CØ                  RET    NZ               て異なる
C242 3EØ4      RZTMP:    LD     A,4
C244 323CC2              LD     (BRZDA+1),A
C247 21AEC2              LD     HL,RZMLP      共通ルーチン用ジャンプ先設定
C24A 228BBE              LD     (FSCHK+1),HL
C24D 3EØ6                LD     A,6           @FINカウント用初期値設定
C24F 3290C2              LD     (REVAL+1),A
C252 ØEFF                LD     C,-1          C＝リズムチャンネル－1を意味する
C254 11ØØØØ              LD     DE,Ø          D＝ダンプ、E＝キーオン（共にビット5〜0で表
C257 FD219ØB9            LD     IY,RDAT1      す）
C25B CD9FC2              CALL   RZMCK
C25E FD2198B9            LD     IY,RDAT2
C262 CD9FC2              CALL   RZMCK
C265 FD21AØB9            LD     IY,RDAT3
C269 CD9FC2              CALL   RZMCK
C26C FD21A8B9            LD     IY,RDAT4      リズム1〜6について演奏のチェックを行う
C27Ø CD9FC2              CALL   RZMCK
C273 FD21BØB9            LD     IY,RDAT5
C277 CD9FC2              CALL   RZMCK
C27A FD21B8B9            LD     IY,RDAT6
C27E CD9FC2              CALL   RZMCK
C281 ØE1Ø                LD     C,1ØH
C283 7A                  LD     A,D           ダンプ（キーオフ）するチャンネルがあればキー
C284 B7                  OR     A             オフする
C285 CBFF                SET    7,A
C287 C47FBA              CALL   NZ,AUT45
C28A 7B        BRZD1:    LD     A,E           キーオンするチャンネルがあればキーオンして
C28B B7                  OR     A             終わる
C28C C27FBA              JP     NZ,AUT45
C28F 3EØ6      REVAL:    LD     A,6           リズム演奏データが全チャンネルとも「@FIN」
C291 B7                  OR     A             ならRZED1へ。そうでなければリターン
C292 CØ                  RET    NZ
C293 C33FC3              JP     RZED1

C296 219ØC2    RZEUP:    LD     HL,REVAL+1
C299 35                  DEC    (HL)          @FIN（リズム）
C29A FD36Ø2Ø1            LD     (IY+2),1
C29E C9                  RET

C29F ØC        RZMCK:    INC    C
C2AØ CB3A                SRL    D             C、D、Eをそのチャンネル用にする
C2A2 CB3B                SRL    E
C2A4 FD35Ø2              DEC    (IY+2)        音長カウンタを－1し、0でなければリターン
C2A7 CØ                  RET    NZ
C2A8 FD6EØØ              LD     L,(IY+Ø)
C2AB FD66Ø1              LD     H,(IY+1)
```

```
C2AE 7E        RZMLP:  LD      A,(HL)
C2AF 23                INC     HL
C2BØ E5                PUSH    HL
C2B1 Ø7                RLCA
C2B2 2186B9            LD      HL,RZJTB-@FIN*2
C2B5 85                ADD     A,L
C2B6 3ØØ1              JR      NC,RZML1          リズム用 MSL データに対し、各コマンド処理
C2B8 24                INC     H                 ルーチンへジャンプさせる
C2B9 6F        RZML1:  LD      L,A
C2BA 7E                LD      A,(HL)
C2BB 23                INC     HL
C2BC 66                LD      H,(HL)
C2BD 6F                LD      L,A
C2BE 22C3C2            LD      (RZJAD+1),HL
C2C1 E1                POP     HL
C2C2 C3C5C2    RZJAD:  JP      RZTPC
C2C5 7E        RZTPC:  LD      A,(HL)
C2C6 23                INC     HL
C2C7 3243C2            LD      (RZTMP+1),A       @T(リズム)
C2CA 323CC2            LD      (BRZDA+1),A
C2CD 18DF              JR      RZMLP

C2CF CBEB      RZKY1:  SET     5,E               @K1(リズム)
C2D1 18Ø2              JR      RZQFU
C2D3 CBEA      RZKYØ:  SET     5,D               @K0(リズム)
C2D5 7E        RZQFU:  LD      A,(HL)
C2D6 23                INC     HL
C2D7 FE41              CP      @1+1
C2D9 38Ø4              JR      C,RZRS1
C2DB 2B                DEC     HL                @R(リズム)
C2DC FD7EØ7            LD      A,(IY+7)          注：@K1、@K0 の音長設定にも共通して使用さ
C2DF FD75ØØ    RZRS1:  LD      (IY+Ø),L              れる
C2E2 FD74Ø1            LD      (IY+1),H
C2E5 FD77Ø2            LD      (IY+2),A
C2E8 C9                RET

C2E9 3EØ2      RZVU1:  LD      A,2               @VU(リズム)
C2EB 18Ø2              JR      RZ23Ø
C2ED 3EFE      RZVD1:  LD      A,-2
C2EF FD86Ø3    RZ23Ø:  ADD     A,(IY+3)          @VD(リズム)
C2F2 E6DF              AND     11Ø11111B
C2F4 18Ø2              JR      RZ234
C2F6 7E        RZLRV:  LD      A,(HL)
C2F7 23                INC     HL
C2F8 FD77Ø3    RZ234:  LD      (IY+3),A
C2FB F5                PUSH    AF
C2FC 41                LD      B,C               @LR(リズム)
C2FD 79                LD      A,C
C2FE C618              ADD     A,18H
C3ØØ 4F                LD      C,A
C3Ø1 F1                POP     AF
C3Ø2 1817              JR      RAT45

C3Ø4 7E        RZVOL:  LD      A,(HL)
C3Ø5 23                INC     HL
C3Ø6 Ø7                RLCA
```

```
C3Ø7 3C                 INC   A
C3Ø8 32A8B8             LD    (RZFIO),A
C3ØB 47                 LD    B,A
C3ØC 3AA1B8             LD    A,(FIOFG)
C3ØF ØF                 RRCA
C31Ø 3ØØ2               JR    NC,RZØ11
C312 Ø621               LD    B,33
C314 78        RZØ11:   LD    A,B
C315 32A7B8             LD    (RZTTL),A
C318 41                 LD    B,C
C319 ØE11               LD    C,11H
C31B CD7FBA    RAT45:   CALL  AUT45
C31E 48                 LD    C,B
C31F C3AEC2             JP    RZMLP
```

@V(リズム)

```
C322 3AA4B8    RADEX:   LD    A,(FDSIN)
C325 Ø7                 RLCA
C326 DØ                 RET   NC
C327 3AA1B8             LD    A,(FIOFG)
C32A ØF                 RRCA
C32B 383Ø               JR    C,RDINX
C32D 3AA7B8             LD    A,(RZTTL)
C33Ø FE21               CP    33
C332 38ØA               JR    C,RZEND
C334 D6Ø2               SUB   2
C336 32A7B8             LD    (RZTTL),A
C339 ØE11               LD    C,11H
C33B C37FBA             JP    AUT45
```

リズム・トータルボリュームに対しフェード処理を行う
トータルボリューム<33 なら RZEND へ

```
C33E F1        RZEND:   POP   AF
```

SP 合わせのダミー

```
C33F 21ADB7    RZED1:   LD    HL,SFLAG+1
C342 CBB6               RES   6,(HL)
C344 CDD3C1             CALL  FOCHK
C347 FD219ØB9           LD    IY,RDAT1
C34B 11Ø8ØØ             LD    DE,8
C34E Ø6Ø6               LD    B,6
C35Ø CD64C1    RZELP:   CALL  SOFF2
C353 FD19               ADD   IY,DE
C355 1ØF9               DJNZ  RZELP
C357 3EØ1               LD    A,1
C359 323CC2             LD    (BRZDA+1),A
C35C C9                 RET
```

リズム演奏フラグをオフにし、各ワークエリアをイニシャライズする

```
C35D 3AA4B8    RDINX:   LD    A,(FDSIN)
C36Ø E6ØF               AND   ØØØØ1111B
C362 CAEØC1             JP    Z,FINED
C365 3AA8B8             LD    A,(RZFIO)
C368 47                 LD    B,A
C369 3AA7B8             LD    A,(RZTTL)
C36C C6Ø2               ADD   A,2
C36E B8                 CP    B
C36F 38Ø1               JR    C,RDIXØ
C371 78                 LD    A,B
C372 32A7B8    RDIXØ:   LD    (RZTTL),A
C375 ØE11               LD    C,11H
C377 C37FBA             JP    AUT45
```

リズム・トータルボリュームに対し、フェードインの処理を行う

```
C37A 229AB8     IOSET:  LD      (ODAØØ),HL
C37D 7D                 LD      A,L
C37E 32BEBA             LD      (O45PØ+1),A
C381 3281BA             LD      (A45PØ+1),A
C384 32C4BA             LD      (O45P1+1),A
C387 3287BA             LD      (A45P1+1),A
C38A 32A6BA             LD      (P45P1+1),A
C38D 3292BA             LD      (GTSSD+1),A
C39Ø 7C                 LD      A,H
C391 32CABA             LD      (O45P2+1),A
C394 328DBA             LD      (A45P2+1),A
C397 32ACBA             LD      (P45P2+1),A
C39A 3298BA             LD      (GTSSØ+1),A
C39D ED539CB8           LD      (ODBØØ),DE
C3A1 C9                 RET
```

サウンドICコントロール用のI/Oポートを指定値にする

```
C3A2 AF         SBCHK:  XOR     A
C3A3 32Ø2B8             LD      (SBORD+1),A
C3A6 214445             LD      HL,Ø4544H
C3A9 114647             LD      DE,Ø4746H
C3AC CD7AC3             CALL    IOSET
C3AF DB32               IN      A,(32H)
C3B1 E67F               AND     Ø1111111B
C3B3 D332               OUT     (32H),A
C3B5 3EØØ       SKIP2:  LD      A,Ø
C3B7 B7                 OR      A
C3B8 2Ø34               JR      NZ,NOSBO
C3BA ØE44               LD      C,44H
C3BC 3E38       P88ØØ:  LD      A,'8'
C3BE FE38               CP      '8'
C3CØ 3ØØ2               JR      NC,SCD44
C3C2 ØEA8               LD      C,ØA8H
C3C4 3EFF       SCD44:  LD      A,ØFFH
C3C6 ED79               OUT     (C),A
C3C8 ØC                 INC     C
C3C9 ED78               IN      A,(C)
C3CB 32Ø2B8             LD      (SBORD+1),A
C3CE 3D                 DEC     A
C3CF 2Ø1D               JR      NZ,NOSBO
C3D1 3ABDC3             LD      A,(P88ØØ+1)
C3D4 FE38               CP      '8'
C3D6 3ØØF               JR      NC,NOSBB
C3D8 21A8A9             LD      HL,ØA9A8H
C3DB 11ACAD             LD      DE,ØADACH
C3DE CD7AC3             CALL    IOSET
C3E1 DBAA               IN      A,(ØAAH)
C3E3 E67F               AND     Ø1111111B
C3E5 D3AA               OUT     (ØAAH),A
C3E7 ØE29       NOSBB:  LD      C,29H
C3E9 3E81               LD      A,1ØØØØØØ1B
C3EB CD7FBA             CALL    AUT45
C3EE 3E35       NOSBO:  LD      A,ØØ11Ø1Ø1B
C3FØ ØE27               LD      C,27H
C3F2 C37FBA             JP      AUT45
```

・サウンドボードIIの有無を機種別にチェックし、それに応じたコントロールポートを選択する
・タイマーA割込みを可能にし、タイマーAの初期化を行う
注：(SKIP2+1)の値を0以外に設定することにより、サウンドボードIIを装備していないと判断させることができる

リスト 3.2　メインプログラム部リスト

```
                        ORG     ØC4ØØH

C4ØØ F3        START:   DI                        割込み禁止
C4Ø1 ED7347C4           LD      (TOBSC+1),SP      SP の退避
C4Ø5 31ØØB7             LD      SP,ØB7ØØH         SP の設定
C4Ø8 DB71               IN      A,(71H)
C4ØA 57                 LD      D,A
C4ØB 3EFF               LD      A,ØFFH
C4ØD D371               OUT     (71H),A
C4ØF 3AD779             LD      A,(79D7H)         機種を判定してから SBCHK をコールする
C412 32BDC3             LD      (P88ØØ+1),A
C415 7A                 LD      A,D
C416 D371               OUT     (71H),A
C418 CDA2C3             CALL    SBCHK
C41B 3EB7               LD      A,ØB7H
C41D ED47               LD      I,A               割込みベクトル
C41F 3EØ2               LD      A,2               割込みマスク   の設定
C421 D3E6               OUT     (ØE6H),A          割込みレベル
C423 3EØ5               LD      A,5
C425 D3E4               OUT     (ØE4H),A
C427 21C8F3             LD      HL,ØF3C8H
C42A 115DC4             LD      DE,TEXDT          テキスト画面の作成
C42D CD4BC4             CALL    TXDIP
C43Ø FB                 EI                        割込み許可
C431 CD8EC5             CALL    TLOOP             メインルーチンをコール
C434 CD7ØC5             CALL    MCFIN             演奏中であれば音を止める
C437 F3                 DI
C438 3EF3               LD      A,ØF3H
C43A ED47               LD      I,A
C43C 3AC3E6             LD      A,(ØE6C3H)        割込みベクトル
C43F D3E4               OUT     (ØE4H),A          割込みマスク   を元にもどし BASIC へ
C441 3AØEEF             LD      A,(ØEFØEH)        割込みレベル   もどる
C444 D3E6               OUT     (ØE6H),A          SP
C446 31ØØØØ    TOBSC:   LD      SP,Ø
C449 FB                 EI
C44A C9                 RET

C44B Ø178ØØ    TXDIP:   LD      BC,12Ø
C44E 1A        TXDLP:   LD      A,(DE)
C44F 13                 INC     DE
C45Ø FEØ1               CP      1
C452 D8                 RET     C
C453 28Ø5               JR      Z,NEXTL
C455 77                 LD      (HL),A            テキスト画面上に文字列を表示する
C456 23                 INC     HL
C457 ØB                 DEC     BC
C458 18F4               JR      TXDLP
C45A Ø9        NEXTL:   ADD     HL,BC
C45B 18EE               JR      TXDIP

C45D 66A5312Ø  TEXDT:   DB      'f・1  : ｷﾗｷﾗﾎﾞｼ (FM)',1
C461 2Ø3A2ØB7
C465 D7B7D7CE
```

167

```
C469 DEBC2028
C46D 464D2901
C471 66A53220        DB      'f･2   :   "   "    (FM stereo)',1
C475 203A2020
C479 22202022
C47D 20202028
C481 464D2073
C485 74657265
C489 6F2901
C48C 66A53320        DB      'f･3   :   "   "    (FM fade out/in)',1
C490 203A2020
C494 22202022
C498 20202028
C49C 464D2066
C4A0 61646520
C4A4 6F75742F
C4A8 696E2901
C4AC 66A53420        DB      'f･4   :   "   "    (SSG)',1
C4B0 203A2020
C4B4 22202022
C4B8 20202028
C4BC 53534729
C4C0 01
C4C1 66A53520        DB      'f･5   :   "   "    (FM･SSG･ﾘｽﾞﾑ)',1
C4C5 203A2020
C4C9 22202022
C4CD 20202028
C4D1 464DA553
C4D5 5347A5D8
C4D9 BDDED129
C4DD 01
C4DE 66A53620        DB      'f･6   : ｺｳｶｵﾝ     (FM-3)',1
C4E2 203A20BA
C4E6 B3B6B5DD
C4EA 20202028
C4EE 464D2D33
C4F2 2901
C4F4 66A53720        DB      'f･7   : ﾃﾞﾝﾜ      (SSG-3)',1
C4F8 203A20C3
C4FC DEDDDC20
C500 20202028
C504 5353472D
C508 332901
C50B 66A53820        DB      'f･8   : ﾉｲｽﾞ  VB  (SSG-3)',1
C50F 203A20C9
C513 B2BDDE20
C517 56422028
C51B 5353472D
C51F 332901
C522 66A53920        DB      'f･9   : ｺｳｶｵﾝ     (SSG-3)',1
C526 203A20BA
C52A B3B6B5DD
C52E 20202028
C532 5353472D
C536 332901
C539 66A53130        DB      'f･10  : ﾗｯｶｵﾝ     (SSG-3)',1
```

```
C53D 203A20D7
C541 AFB6B5DD
C545 20202028
C549 5353472D
C54D 332901
C550 53504143        DB     'SPACE: ｴﾝｿｳ ﾃｲｼ',1
C554 453A20B4
C558 DDBFB320
C55C C3B2BC01
C560 45534320        DB     'ESC   : TO BASIC',0
C564 203A2054
C568 4F204241
C56C 53494300

C570 AF        MCFIN:  XOR    A                    ┐
C571 32A2B8            LD     (FIRAT),A            │
C574 32A3B8            LD     (FORAT),A            │
C577 3AADB7    MOFIN:  LD     A,(SFLAG+1)          │
C57A 212BB8            LD     HL,SFLA2+1           │
C57D B6                OR     (HL)                 │
C57E C8                RET    Z                    │ 演奏中であれば、瞬間フェードアウトにより演
C57F 21A1B8            LD     HL,FIOFG             │ 奏を停止する
C582 3680              LD     (HL),80H             │
C584 3AADB7    MCFL0:  LD     A,(SFLAG+1)          │
C587 212BB8            LD     HL,SFLA2+1           │
C58A B6                OR     (HL)                 │
C58B 20F7              JR     NZ,MCFL0             │
C58D C9                RET                         ┘

C58E DB09      TLOOP:  IN     A,(9)                ┐
C590 07                RLCA                        │ [ESC]が押されていればリターン
C591 D0                RET    NC                   ┘
C592 07                RLCA                        ┐
C593 3805              JR     C,TLOP1              │ [SPACE]が押されていれば、演奏を停止し
C595 CD70C5            CALL   MCFIN                │ TLOOPへ
C598 18F4              JR     TLOOP                ┘
C59A 07        TLOP1:  RLCA                        ┐
C59B D240C6            JP     NC,F55ON             │
C59E 07                RLCA                        │
C59F D225C6            JP     NC,F44ON             │ [f･1]～[f･5]が押されていればそれぞれの
C5A2 07                RLCA                        │ ルーチンへジャンプする。押されていなければ
C5A3 D204C6            JP     NC,F33ON             │ TLOOPへ
C5A6 07                RLCA                        │
C5A7 D2DDC5            JP     NC,F22ON             │
C5AA 07                RLCA                        │
C5AB 38E1              JR     C,TLOOP              ┘

C5AD CDB6C6    F11ON:  CALL   SIFCK                ┐ [SHIFT]が押されていればF06ONへ
C5B0 2815              JR     Z,F06ON              ┘
C5B2 CD70C5            CALL   MCFIN                ┐
C5B5 F3                DI                          │
C5B6 CD90C6    F1MM1:  CALL   FMSET                │
C5B9 21ADB7            LD     HL,SFLAG+1           │ [f･1]
C5BC 3607              LD     (HL),00000111B       │ 『キラキラ星』FMモノラル演奏
C5BE FB                EI                          │
C5BF DB09      FWAIT:  IN     A,(9)                ┘
```

```
C5C1  3C                    INC     A
C5C2  20FB                  JR      NZ,FWAIT
C5C4  C38EC5                JP      TLOOP

C5C7  F3          F06ON:    DI
C5C8  218EC8                LD      HL,FUN06
C5CB  22DBB8                LD      (NDAT3),HL
C5CE  210100                LD      HL,1
C5D1  22DDB8                LD      (CTER3),HL
C5D4  21ADB7                LD      HL,SFLAG+1
C5D7  CBD6                  SET     2,(HL)
C5D9  FB                    EI
C5DA  C3BFC5                JP      FWAIT

C5DD  CDB6C6      F22ON:    CALL    SIFCK
C5E0  280C                  JR      Z,F07ON
C5E2  CD70C5                CALL    MCFIN
C5E5  F3                    DI
C5E6  3E01                  LD      A,1
C5E8  32A0B8                LD      (GIJIS),A
C5EB  C3B6C5                JP      F1MM1

C5EE  21B3C8      F07ON:    LD      HL,FUN07
C5F1  F3          SG3ON:    DI
C5F2  2275B9                LD      (PDAT3),HL
C5F5  210100                LD      HL,1
C5F8  2277B9                LD      (PTER3),HL
C5FB  21ADB7                LD      HL,SFLAG+1
C5FE  CBEE                  SET     5,(HL)
C600  FB                    EI
C601  C3BFC5                JP      FWAIT

C604  CDB6C6      F33ON:    CALL    SIFCK
C607  2816                  JR      Z,F08ON
C609  3E28                  LD      A,40
C60B  32A3B8                LD      (FORAT),A
C60E  CD77C5                CALL    MOFIN
C611  F3                    DI
C612  3E1E                  LD      A,30
C614  32A2B8                LD      (FIRAT),A
C617  21A1B8                LD      HL,FIOFG
C61A  3601                  LD      (HL),1
C61C  C3B6C5                JP      F1MM1

C61F  21D2C8      F08ON:    LD      HL,FUN08
C622  C3F1C5                JP      SG3ON

C625  CDB6C6      F44ON:    CALL    SIFCK
C628  2810                  JR      Z,F09ON
C62A  CD70C5                CALL    MCFIN
C62D  F3                    DI
C62E  CDA3C6                CALL    SGSET
C631  21ADB7                LD      HL,SFLAG+1
C634  3638                  LD      (HL),00111000B
C636  FB                    EI
C637  C3BFC5                JP      FWAIT
```

注記（右欄）:

- C5C7–C5DA: [f・6] FM・3 による効果音の割込み演奏
- C5DD–C5E0: [SHIFT] が押されていれば F07ON へ
- C5E2–C5EB: [f・2] 『キラキラ星』FM ステレオ演奏
- C5EE–C601: [f・7] SSG・3 による電話音の割込み演奏
- C604–C607: [SHIFT] が押されていれば F08ON へ
- C609–C61C: [f・3] 演奏中の音をフェードアウトさせ、『キラキラ星』FM モノラルをフェードインしながら演奏する
- C61F–C622: [f・8] SSG・3 によるノイズビブラートの割込み演奏
- C625–C628: [SHIFT] が押されていれば F09ON へ
- C62A–C637: [f・4] 『キラキラ星』SSG 演奏

```
C63A 21F2C8     FØ9ON:  LD      HL,FUNØ9
C63D C3F1C5             JP      SG3ON
```

f・9
SSG・3 による効果音の割込み演奏

```
C64Ø CDB6C6     F55ON:  CALL    SIFCK
C643 2845               JR      Z,F1ØON
```

SHIFT が押されていれば F10ON へ

```
C645 CD7ØC5             CALL    MCFIN
C648 F3                 DI
C649 215FC8             LD      HL,RZMØ1
C64C 229ØB9             LD      (RDAT1),HL
C64F 217ØC8             LD      HL,RZMØ2
C652 2298B9             LD      (RDAT2),HL
C655 218DC8             LD      HL,RZMØ3
C658 22AØB9             LD      (RDAT3),HL
C65B 217BC8             LD      HL,RZMØ4
C65E 22A8B9             LD      (RDAT4),HL
C661 218DC8             LD      HL,RZMØ5
C664 22BØB9             LD      (RDAT5),HL
C667 218DC8             LD      HL,RZMØ6
C66A 22B8B9             LD      (RDAT6),HL
C66D CD9ØC6             CALL    FMSET
C67Ø CDA3C6             CALL    SGSET
C673 21ADB7             LD      HL,SFLAG+1
C676 ØE7F               LD      C,Ø1111111B
C678 3AØ2B8             LD      A,(SBORD+1)
C67B 3D                 DEC     A
C67C 28Ø2               JR      Z,SB2ST
C67E ØE3F               LD      C,ØØ111111B
C68Ø 71         SB2ST:  LD      (HL),C
C681 3EØ1               LD      A,1
C683 32AØB8             LD      (GIJIS),A
C686 FB                 EI
C687 C3BFC5             JP      FWAIT
```

f・5
『キラキラ星』FM ステレオ
『キラキラ星』SSG
『キラキラ星』リズム
演奏

```
C68A 21Ø4C9     F1ØON:  LD      HL,FUN1Ø
C68D C3F1C5             JP      SG3ON
```

f・10
SSG・3 による落下音の割込み演奏

```
C69Ø 2112C7     FMSET:  LD      HL,FMDA1
C693 22A9B8             LD      (NDAT1),HL
C696 216EC7             LD      HL,FMDA2
C699 22C2B8             LD      (NDAT2),HL
C69C 21C2C7             LD      HL,FMDA3
C69F 22DBB8             LD      (NDAT3),HL
C6A2 C9                 RET
```

『キラキラ星』の演奏データを FM・1〜3 にセットする

```
C6A3 21ØBC8     SGSET:  LD      HL,SGDA1
C6A6 223FB9             LD      (PDAT1),HL
C6A9 212CC8             LD      HL,SGDA2
C6AC 225AB9             LD      (PDAT2),HL
C6AF 213EC8             LD      HL,SGDA3
C6B2 2275B9             LD      (PDAT3),HL
C6B5 C9                 RET
```

『キラキラ星』の演奏データを SSG・1〜3 にセットする

```
C6B6 DBØ8       SIFCK:  IN      A,(8)
C6B8 CB77               BIT     6,A
C6BA C9                 RET
```

SHIFT キーのチェック

```
C6BB 01030204  FC020:  DB   1,3,2,4                    ┐
C6BF 00000000          DB   0,0,0,0                    │
C6C3 1F1F1F1F          DB   31,31,31,31                │
C6C7 80808080          DB   128,128,128,128            │ 音色データ(サインウェーブ)
C6CB 00000000          DB   0,0,0,0                    │
C6CF 1F1F1F1F          DB   31,31,31,31                │
C6D3 00000000          DB   0,0,0,0                    │
C6D7 07                DB   7                          ┘

C6D8 00003200  FC070:  DB   0,0,50,0                   ┐
C6DC 1E1D1E00          DB   30,29,30,0                 │
C6E0 0F0E0F17          DB   15,14,15,23                │
C6E4 0A0B148D          DB   10,11,20,141               │ 音色データ(チューバ)
C6E8 0A080A07          DB   10,8,10,7                  │
C6EC 7575A539          DB   117,117,165,57             │
C6F0 00000000          DB   0,0,0,0                    │
C6F4 3A                DB   58                         ┘

C6F5 0E040602  FC122:  DB   14,4,6,2                   ┐
C6F9 282A2700          DB   40,42,39,0                 │
C6FD 5E5E5A5E          DB   94,94,90,94                │
C701 150A088A          DB   21,10,8,138                │ 音色データ(ハープ)
C705 06060608          DB   6,6,6,8                    │
C709 D4D4D4D5          DB   212,212,212,213            │
C70D 00000000          DB   0,0,0,0                    │
C711 39                DB   57                         ┘

C712 706E710F  FMDA1:  DB   @T,110,@V,15,@O,5,@@     『キラキラ星』FM・1用MSL
C716 600563
C719 F5C6              DW   FC122
C71B 6B        FMD1L:  DB   @CAL1
C71C 2BC7              DW   SUB10
C71E 67                DB   @JP3
C71F C8C723C7          DW   FMD31,FM11L
C723 6B        FM11L:  DB   @CAL1
C724 55C7              DW   SUB11
C726 67                DB   @JP3
C727 C2C71BC7          DW   FMDA3,FMD1L

C72B 6F104242  SUB10:  DB   @L,@4,@C,@C,@G,@G
C72F 5050
C731 54545020          DB   @A,@A,@G,@2
C735 4C4C4A4A          DB   @F,@F,@E,@E
C739 46464220          DB   @D,@D,@C,@2
C73D 50504C4C          DB   @G,@G,@F,@F
C741 4A4A4620          DB   @E,@E,@D,@2
C745 506F0850          DB   @G,@L,@8,@G,@E,@F,@4,@F,@D
C749 4A4C104C
C74D 46
C74E 4A104A42          DB   @E,@4,@E,@C,@D,@2,@RET
C752 46206D
C755 42424242  SUB11:  DB   @C,@C,@C,@C,@G,@G,@G,@G
C759 50505050
C75D 54545454          DB   @A,@A,@A,@A,@G,@2
C761 5020
C763 6F104C4C          DB   @L,@4,@F,@F,@E,@E
```

```
C767 4A4A
C769 4646422Ø          DB      @D,@D,@C,@2,@RET
C76D 6D

C76E 71ØE6ØØ4 FMDA2:   DB      @V,14,@O,4,@@       『キラキラ星』FM・2用MSL
C772 63
C773 F5C6              DW      FC122
C775 6FØ86CØ2 FMD2L:   DB      @L,@8,@CALM,2
C779 BDC7              DW      SUB23
C77B 6B                DB      @CAL1
C77C A7C7              DW      SUB2Ø
C77E 6B                DB      @CAL1
C77F AEC7              DW      SUB21
C781 6B                DB      @CAL1
C782 B7C7              DW      SUB22
C784 6B                DB      @CAL1
C785 BDC7              DW      SUB23
C787 6B                DB      @CAL1
C788 AEC7              DW      SUB21
C78A 6B                DB      @CAL1
C78B B7C7              DW      SUB22
C78D 6B                DB      @CAL1
C78E AEC7              DW      SUB21
C79Ø 6B                DB      @CAL1
C791 B7C7              DW      SUB22
C793 6B                DB      @CAL1
C794 BDC7              DW      SUB23
C796 6B                DB      @CAL1
C797 A7C7              DW      SUB2Ø
C799 6B                DB      @CAL1
C79A AEC7              DW      SUB21
C79C 6258615Ø          DB      @OM,@B,@OP,@G,@F,@G,@C,@2,@JP1
C7AØ 4C5Ø422Ø
C7A4 6A
C7A5 75C7              DW      FMD2L

C7A7 42544C54 SUB2Ø:   DB      @C,@A,@F,@A,@JP1
C7AB 6A
C7AC BDC7              DW      SUB23
C7AE 6258615Ø SUB21:   DB      @OM,@B,@OP,@G,@D,@G,@JP1
C7B2 465Ø6A
C7B5 BDC7              DW      SUB23
C7B7 6258615Ø SUB22:   DB      @OM,@B,@OP,@G,@F,@G
C7BB 4C5Ø
C7BD 425Ø4A5Ø SUB23:   DB      @C,@G,@E,@G,@RET
C7C1 6D

C7C2 6B       FMDA3:   DB      @CAL1               『キラキラ星』FM・3用MSL
C7C3 D1C7              DW      SUB3Ø
C7C5 6B                DB      @CAL1
C7C6 E3C7              DW      SUB31
C7C8 6B       FMD31:   DB      @CAL1
C7C9 D1C7              DW      SUB3Ø
C7CB 6B                DB      @CAL1
C7CC ØØC8              DW      SUB32
C7CE 6A                DB      @JP1
```

```
C7CF C2C7               DW      FMDA3

C7D1 710E6004  SUB30:   DB      @V,14,@O,4,@@
C7D5 63
C7D6 D8C6               DW      FC070
C7D8 6F10426E  SB301:   DB      @L,@4,@C,@R,@C,@R
C7DC 426E
C7DE 426E426E           DB      @C,@R,@C,@R,@RET
C7E2 6D
C7E3 4C6E4A6E  SUB31:   DB      @F,@R,@E,@R,@D,@R,@C,@R
C7E7 466E426E
C7EB 506E4C6E           DB      @G,@R,@F,@R,@E,@R,@D,@R
C7EF 4A6E466E
C7F3 506E4C6E           DB      @G,@R,@F,@R,@E,@R
C7F7 4A6E
C7F9 6F084650           DB      @L,@8,@D,@G,@F,@D,@RET
C7FD 4C466D
C800 4C6E4A6E  SUB32:   DB      @F,@R,@E,@R,@D,@OM,@B,@OP,@C,@2,@RET
C804 46625861
C808 42206D

C80B 706E593E  SGDA1:   DB      @T,110,@R7,00111110B,@V,15,@O,5,@@
C80F 710F6005                                           『キラキラ星』SSG・1用MSL
C813 63
C814 26C8               DW      SSG@1
C816 6B        SSG1L:   DB      @CAL1
C817 2BC7               DW      SUB10
C819 67                 DB      @JP3
C81A 44C81EC8           DW      SGD31,SS11L
C81E 6B        SS11L:   DB      @CAL1
C81F 55C7               DW      SUB11
C821 67                 DB      @JP3
C822 3EC816C8           DW      SGDA3,SSG1L

C826 02030000  SSG@1:   DB      2,3,0,0,15,00010010B
C82A 0F12
C82C 593D710E  SGDA2:   DB      @R7,00111101B,@V,14,@O,4,@@
C830 600463                                           『キラキラ星』SSG・2用MSL
C833 38C8               DW      SSG@2
C835 6A                 DB      @JP1
C836 75C7               DW      FMD2L
C838 02030109  SSG@2:   DB      2,3,1,9,30,00100100B
C83C 1E24

C83E 6B        SGDA3:   DB      @CAL1            『キラキラ星』SSG・3用MSL
C83F 4DC8               DW      SSB30
C841 6B                 DB      @CAL1
C842 E3C7               DW      SUB31
C844 6B        SGD31:   DB      @CAL1
C845 4DC8               DW      SSB30
C847 6B                 DB      @CAL1
C848 00C8               DW      SUB32
C84A 6A                 DB      @JP1
C84B 3EC8               DW      SGDA3

C84D 593B710D  SSB30:   DB      @R7,00111011B,@V,13,@O,3,@@
```

```
C851 6ØØ363
C854 59C8                  DW      SSG@3
C856 6A                    DB      @JP1
C857 D8C7                  DW      SB3Ø1
C859 ØØØØØØØØ   SSG@3:     DB      Ø,Ø,Ø,Ø,3Ø,ØØ1ØØ1ØØB
C85D 1E24

C85F 7ØØ8711F   RZMØ1:     DB      @T,8,@V,31,@LR,11Ø11111B  『キラキラ星』リズム・1用MSL
C863 74DF
C865 75ØC76Ø9   RZLP1:     DB      @K1,12,@KØ,9,@K1,3,@K1,24,@JP1
C869 75Ø37518
C86D 6A
C86E 65C8                  DW      RZLP1
C87Ø 74DF       RZMØ2:     DB      @LR,11Ø11111B
C872 74DF76ØC   RZLP2:     DB      @LR,11Ø11111B,@KØ,12,@K1,12,@JP1  『キラキラ星』
C876 75ØC6A                                                        リズム・2用MSL
C879 72C8                  DW      RZLP2
C87B 74DF       RZMØ4:     DB      @LR,11Ø11111B   『キラキラ星』リズム・4用MSL
C87D 6CØ6       RZLP4:     DB      @CALM,6
C87F 8AC8                  DW      K16
C881 75Ø376Ø3              DB      @K1,3,@KØ,3,@K1,6,@JP1
C885 75Ø66A
C888 7DC8                  DW      RZLP4
C88A 75Ø66D     K16:       DB      @K1,6,@RET

                RZMØ3:                             }
                RZMØ5:                             } リズム・3、5、6の演奏はない
C88D 69         RZMØ6:     DB      @FIN

C88E 71ØF6ØØ7   FUNØ6:     DB      @V,15,@O,7,@@    FM・3効果音用MSL
C892 63
C893 BBC6                  DW      FCØ2Ø
C895 5EDFØ1                DB      @VB,11Ø11111B,1
C898 6C18       CAL24:     DB      @CALM,24
C89A 9DC8                  DW      F6SUB
C89C 69                    DB      @FIN
C89D 5D         F6SUB:     DB      @PROG
C89E A3C8                  DW      F6PRO
C8AØ 42Ø46D     F6SBB:     DB      @C,@16,@RET
C8A3 3EED       F6PRO:     LD      A,111Ø11Ø1B
C8A5 Ø7                    RLCA
C8A6 32A4C8                LD      (F6PRO+1),A
C8A9 3E42                  LD      A,@C
C8AB 38Ø2                  JR      C,F6PRT
C8AD 3E6E                  LD      A,@R
C8AF 32AØC8     F6PRT:     LD      (F6SBB),A
C8B2 C9                    RET

C8B3 593B6ØØ4   FUNØ7:     DB      @R7,ØØ111Ø11B,@O,4,@V,15,@@   SSG・3電話音用MSL
C8B7 71ØF63
C8BA CCC8                  DW      SSG@4
C8BC 6CØ3                  DB      @CALM,3
C8BE C7C8                  DW      F7SB1
C8CØ 6CØ4                  DB      @CALM,4
C8C2 C5C8                  DW      F7SUB
C8C4 69                    DB      @FIN
```

```
C8C5 7373       F7SUB:  DB      @VD,@VD
C8C7 52206E10   F7SB1:  DB      @AM,@2,@R,@4,@RET
C8CB 6D
C8CC 7F060000   SSG@4:  DB      01111111B,6,0,0,0,8
C8D0 0008

C8D2 591F710F   FUN08:  DB      @R7,00011111B,@V,15,@R6,0,@@
C8D6 5A0063                                     SSG・3 ノイズビブラート用 MSL
C8D9 ECC8               DW      SSG@5
C8DB 6F406C04           DB      @L,@1,@CALM,4
C8DF E9C8               DW      F8SB1
C8E1 6F206C06           DB      @L,@2,@CALM,6
C8E5 E8C8               DW      F8SUB
C8E7 69                 DB      @FIN
C8E8 73         F8SUB:  DB      @VD
C8E9 42416D     F8SB1:  DB      @C,@W,@RET

C8EC 1F0F8F06   SSG@5:  DB      31,15,10001111B,6,0,8
C8F0 0008

C8F2 593B6004   FUN09:  DB      @R7,00111011B,@O,4,@V,15,@@  SSG・3 効果音用 MSL
C8F6 710F63
C8F9 FEC8               DW      SSG@6
C8FB 6A                 DB      @JP1
C8FC 98C8               DW      CAL24
C8FE 9F010000   SSG@6:  DB      10011111B,1,0,0,0,8
C902 0008

C904 593B6007   FUN10:  DB      @R7,00111011B,@O,7,@V,15,@@  SSG・3 落下音用 MSL
C908 710F63
C90B 17C9               DW      SSG@7
C90D 422063             DB      @C,@2,@@
C910 1DC9               DW      SSG@8
C912 60045010           DB      @O,4,@G,@4,@FIN
C916 69
C917 C1010000   SSG@7:  DB      11000001B,1,0,0,25,8
C91B 1908
C91D 8A0A8706   SSG@8:  DB      10001010B,10,10000111B,6,8,8
C921 0808
```

3. MSL (Music Super Language)

次頁の**表 3.1** が、MSL の仕様一覧です。MSL は、MML に似ているとはいえ、独自のコマンドがかなりあります。すべてを一度に覚えるのは大変ですから、MML と違う内容のコマンドに注目しながら、楽な気持ちで目を通してください。いずれ、実際に使用する段階になれば、自然に覚えてしまうものばかりですから……。

なお、表中のコマンドは特に指定のないかぎり、FM 音源と SSG 音源に共通して使用できます。Ⓡはリズムでも使用できるコマンドです。

ビブラートとトレモロは、どちらも音を震わせるものですが、シンクロスイッチはトレモロにしかありません。この理由は、1つには省メモリのためでもあるのですが、ビブラートでは音の高さを変化させるとシンクロオフにする意味がなくなってしまうからです。どうしてもという場合は、「@W」コマンドで音をつなげばビブラートもトレモロも自動的にシンクロオフとなります。

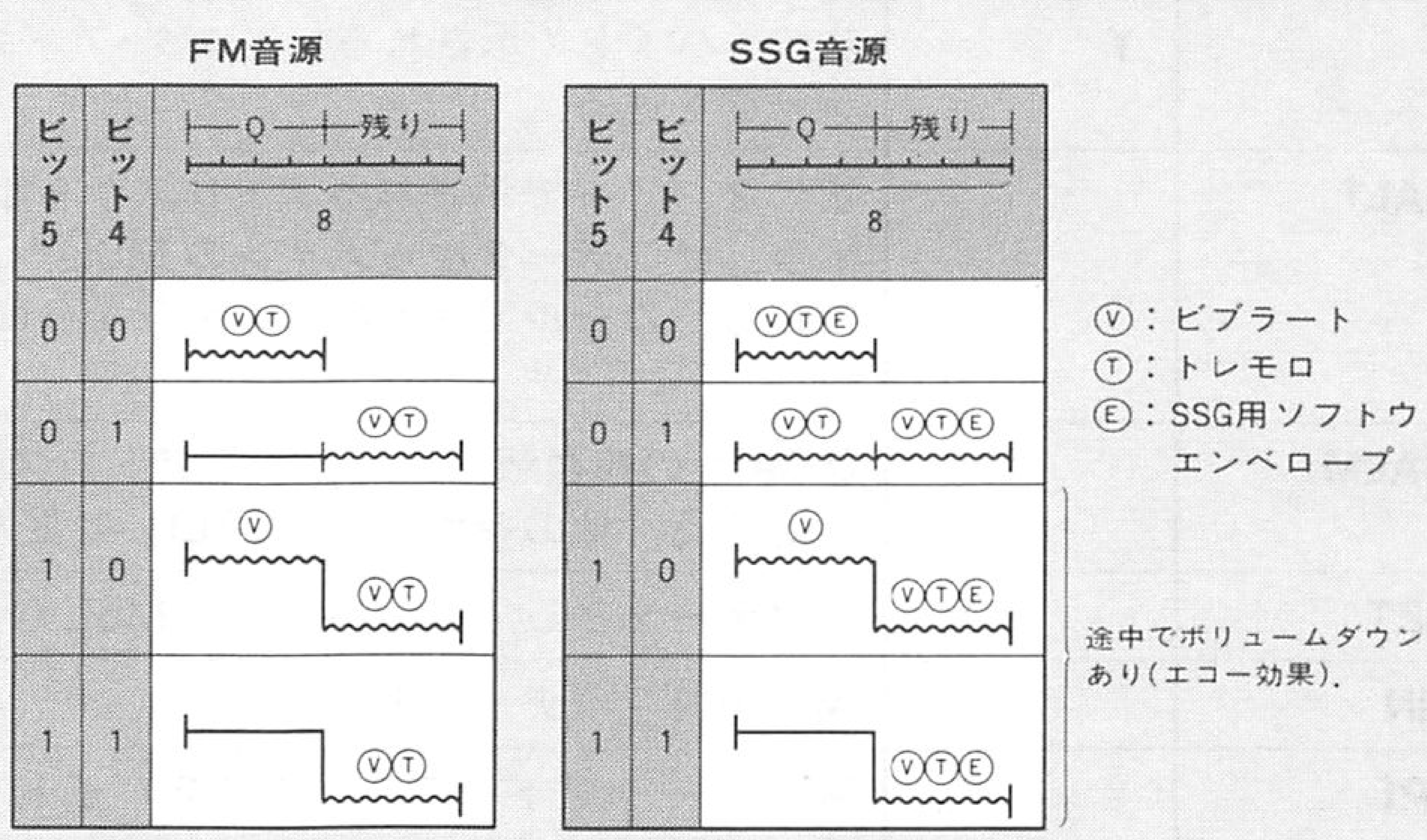
一方、トレモロのシンクロをオフにすると、音楽全体が波に乗ったような感じになります。例えば、深夜のラジオから「こちらは北京放送局です」といったような、うねりを伴った声が聞こえることがありますが、あの雰囲気を表現できるわけです。めったに使うことはないでしょうが、おもしろい効果なので役に立ててください。

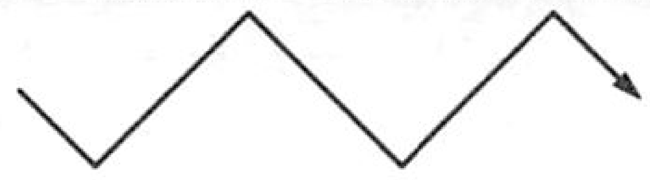
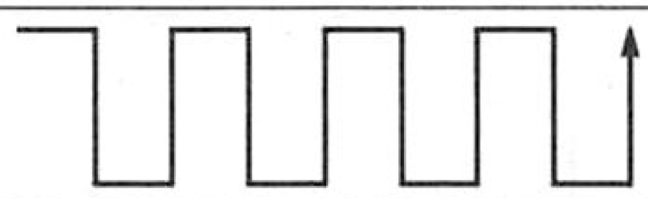
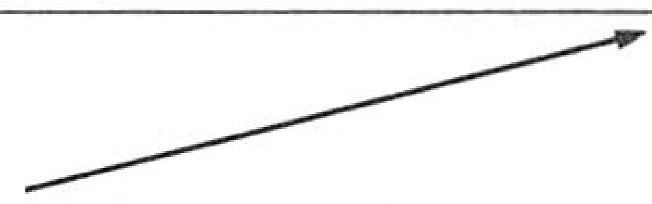
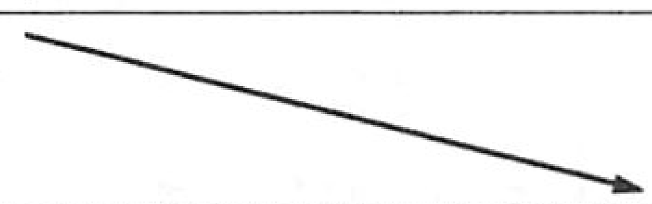
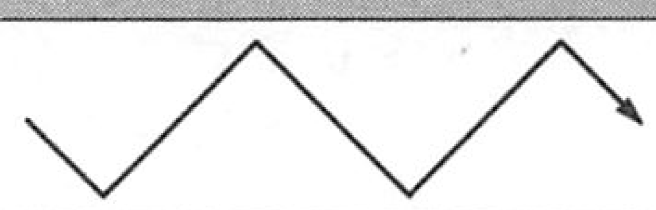
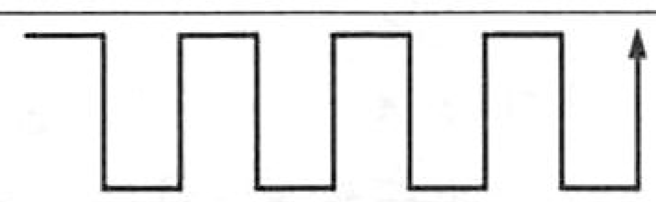
MSL のコマンドは、これがすべてです。サウンドドライバの機能には、もう少しできることがありますが、それらは次の節で実例とともにお目にかけましょう。

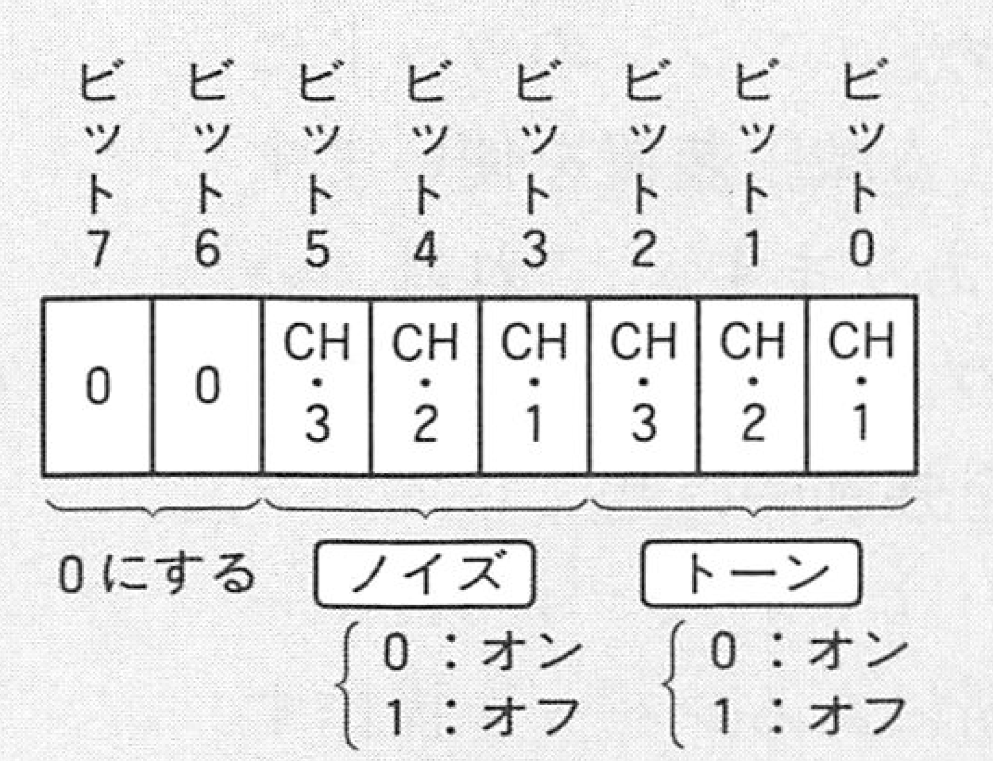


表3.1 MSL仕様一覧表

MSLコマンド	対応するMML	内　容
@C　(@BP) @CP(@DM) @D @DP(@EM) @E　(@FM) @F　(@EP) @FP(@GM) @G @GP(@AM) @A @AP(@BM) @B　(@CM)	C　(B＋) C＋(D－) D D＋(E－) E　(F－) F　(E＋) F＋(G－) G G＋(A－) A A＋(B－) B　(C－)	C(ド)～B(シ)までの音程を表す．次に音長の指定がある場合にはその長さの音となり，指定がなければ@L（または@L3）で指定された音長となる． （音長の指定方法は@L/@L3参照）
@R	R	休符．次に長さの指定がある場合はその長さの休符となり，指定がなければ@Lで指定された休符となる． （休符長の指定方法は@L参照）　Ⓡ
@L	L	長さの指定．MMLと違い，64分音符の総数で指定する．指定できる範囲は，1～64までに限られるが，音符で表せるもの（符点付きも含む）は次のように@マークを付けて指定できる． @1＝全音符，@2.＝符点２分音符……以下同様に @2, @4., @4, @8., @8, @16., @16, @32., @32, @64　Ⓡ
@L3	{ }x	次に指定された音長の1/3を音長とする．基本的に三連符のための命令で，三連符の直前でそのトータル音長を指定する．通常の音長にもどすには，新たに@Lで指定しなければならない． 例）L4C{CDE}2C……MML 　　@L, @4, @C, @L3, @2, @C, @D, @E, @L, @4, @C……MSL 下線部が三連符となるが，この命令により指定する音長は32分音符以上の長さがなければならない．また，リズムには使用できない．
@W	&	タイ．前の音符をキーオフしないだけでなく，ビブラートやトレモロのレベル，周期もクリアせず，そのまま引き継ぐ．また，MMLと違って音程が変化しても，新たなキーオンはしない．直後に音程以外のコマンドがきてもかまわない．
@T	T	テンポの設定． FM，SSG音源の場合 　割込みの周期を次のパラメータで指定されるテンポに合わせる．できるだけFM音源チャンネル1の先頭で設定すること．テンポの範囲は17～255まで． 　64分音符当りの割込み回数は，テンポによって次のように異なっており，リズムテンポもこの値となる． 　T≧118…3回，117≧T≧41…6回，40≧T≧17…12回 リズムの場合 　次のパラメータが，リズムの基準割込み回数となる．64分音符基準なら設定不要だが，♩/12の場合は上記のテンポに合わせ4/3倍した値を設定する必要がある．　Ⓡ

MSL コマンド	対応する MML	内　容
@V	V	ボリューム．指定できる範囲は 0〜15 まで．FM 音源では OL＝0 を最大音量とし，変化の単位を 3 ステップずつとしているので，BASIC の MML より相対的に音が大きくなる（P58の図 1.12 参照）． SSG 音源では，16 以上の指定で可変振幅モード（エンベロープ利用）となる． また，リズムの場合は指定範囲が 0〜31 となり，トータルボリュームを意味する．Ⓡ
@VU @VD		ボリュームを＋1（MSL に換算して）する． ボリュームを－1（MSL に換算して）する． リズムを含めて，すべてチャンネル別のボリューム変更となる．上限下限のチェックはしないので，いずれもデータ側で注意すること．Ⓡ
@O	O	オクターブ．指定できる範囲は 1〜8 まで．
@OP @OM	> <	オクターブを＋1 する． オクターブを－1 する． 上限下限のチェックはしない．
@K		キーの調整．指定できる範囲は－12〜＋12 まで．
@@	@	音色の設定．次の 2 バイトで音色データのアドレスを示す． FM 音源の場合……データ数＝29 バイト 最後のデータ（FB/AL）の上位 2 ビットで，簡易的にビブラートのレベル（0〜3）を示すことができる．周期は「割込み回数÷2（3 のときは 2）」となる．音色設定に伴い，Q，キー，トレモロはクリアされる． SSG 音源の場合……データ数＝6 バイト データの並びは次のようになっている．音色設定に伴いキーはクリアされる． ・ビブラート　（レベル，周期） ・トレモロ　　（レベル，周期） ・エンベロープ（周期） ・Q　　　　　（@Q で指定するデータ）
@Q	Q	下位 4 ビット（1〜8）で，1 音中の音の長さを示す Q を設定する．第 7，6 ビットは必ず 00 にすること．第 5，4 ビットは，Q の残りで擬似エコー処理をするか否かを決定する．その内容は，FM 音源と SSG 音源とで異なる． 

<table>
<tr><th>MSL コマンド</th><th>対応する MML</th><th>内　容</th></tr>
<tr><td>@VB</td><td></td><td>ビブラートの設定．次の２バイトでレベル（振幅÷2）と周期（周波数変更までの割込み回数）を表す．周期の範囲は 0〜255 まで．レベルは下位６ビット（0〜63）で表し，上位２ビットでビブラートの形状を示す．
<table>
<tr><th>ビット7</th><th>ビット6</th><th>ビブラートの形状</th><th>周波数変更単位</th></tr>
<tr><td>0</td><td>0</td><td></td><td>±１</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td></td><td>レベル数</td></tr>
<tr><td>1</td><td>0</td><td></td><td>レベル数</td></tr>
<tr><td>1</td><td>1</td><td></td><td>レベル数</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>@TR</td><td></td><td>トレモロの設定．次の２バイトでレベル（振幅）と周期（音量変更までの割込み回数）を表す．周期の設定範囲は 0〜255 まで．レベルは下位４ビット（0〜15）で表し，第７ビットはトレモロの形状，第６ビットはトレモロのシンクロスイッチ（0 のとき，音の発生と同期する）となる．第５ビットは意味を持たないが，0 にしておくこと．
<table>
<tr><th>ビット7</th><th>トレモロの形状</th><th>音量変更単位</th></tr>
<tr><td>0</td><td></td><td>±１</td></tr>
<tr><td>1</td><td></td><td>レベル数</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>@Y</td><td>Y</td><td>次の１バイトで示されるレジスタ・アドレスへ，その次の１バイトで示されるデータを送る．</td></tr>
<tr><td>@CAL1</td><td></td><td>次の２バイトで示されるアドレスから始まる MSL をサブデータとしてコールする．サブデータからメインの MSL へは「@RET」でもどる．
ただし，コールできるのはメインからに限られ，ネスティングはできない．　Ⓡ</td></tr>
<tr><td>@CALM</td><td></td><td>@CAL1 の複数版．コールするアドレスの前に，コールする回数（1〜255）を指定する．他の条件は「@CAL1」と変わらない．　Ⓡ</td></tr>
<tr><td>@RET</td><td></td><td>サブデータとしてコールされた MSL から，メインの MSL へもどる．　Ⓡ</td></tr>
<tr><td>@FIN</td><td></td><td>演奏の終了（チャンネル別）．　Ⓡ</td></tr>
<tr><td>@JP1</td><td></td><td>MSL データアドレスを，次の２バイトで指定されたアドレスに変更する．　Ⓡ</td></tr>
</table>

MSL コマンド	対応する MML	内　容
@JP3		FM チャンネル1(4), SSG チャンネル1専用のコマンドで, チャンネル割込み使用の可能性がある場合に使う. チャンネル3 (6) が使用中の場合…… 　次の2バイトをスキップし, その次の2バイトで示されるアドレスを自分自身のデータアドレスとする. チャンネル3 (6) が使用中でない場合…… 　次の2バイトをチャンネル3(6)のデータアドレスとし, 演奏開始のフラグを立てる. そして, その次の2バイトで示されるアドレスを自分自身のデータアドレスとする.
@PROG		次の2バイトで示されるプログラムをコールする. 退避せずに使用できるレジスタは, AF, BC, DE, HL で, プログラムからは普通の RET 命令でもどってくる.
@EV		SSG 音源用ソフトウェア・エンベロープ. 次の1バイトでボリュームの落ちる周期 (割込み回数) を表す.
@R6		SSG 音源専用. 次の1バイトをレジスタ6(ノイズ周波数変更アドレス)へ送る.
@R7		SSG 音源専用. 次の1バイトの値で, ノイズとトーンの使用設定をする. 演奏に際しては, チャンネル別に必ず設定しなければならない.  ＊他のチャンネルは、必ず1(オフ)にすること.
@S	S	SSG 音源専用. 次の1バイトをレジスタ13(エンベロープ形状設定)へ送る.
@LFO		FM 音源 (サウンドボードII) 専用. 次の1バイトをレジスタ 22_H (LFO 周期およびオン／オフ) へ送る.
@LR		サウンドボードII専用　P.118 FM 音源の場合は, 次の1バイトをチャンネルに合わせ, レジスタ $B4_H$～$B6_H$ (L/R, AMS, PMS の設定) へ送る. リズムの場合は, 次の1バイトをチャンネルに合わせ, レジスタ 18_H～$1D_H$ (L/R, Volume の設定) へ送る.　Ⓡ
@K1 @K0		リズムキーオン. リズムキーオフ. リズム (サウンドボードII) 専用. 次に長さの指定があればその間隔を取り, 長さの指定がなければ@L で指定された間隔を取る.　Ⓡ

4. SSD(Super Sound Driver)

その昔、アルバイトで初めて2トントラック（ディーゼルエンジン）を運転したときのことです。エンジンをカットしようとキーを切ったのですが、エンジンは一向に止まってくれません。キーを抜いてポケットにしまっても、エンジンだけはまだ回っています。しかたなく、その日はエンストをさせてエンジンをカットしました。

ディーゼルエンジンは空気の圧縮熱を利用して燃料に点火しますから、ひとたびエンジンがかかると基本的にバッテリーは不要なのです（最近は電子燃料噴射装置が付いていますからバッテリーが必要です……念のため）。そのため、エンジンのカットにはデコンプと呼ばれる減圧装置を使います（それ以外の場合もあります）。これは、いわば空気の抜け穴のようなもので、圧縮不足による点火不良を強制的に起こしてエンジンを停止させるわけです。そのため、キースイッチと別の場所にあるレバーを操作するのですが、ガソリン自動車しか運転したことのない人にはまずわからないものです。

すべからく、ソフトウェア（運転技術）はハードウェア（ディーゼルエンジン）の基本的知識があって初めて成立するものです。FM音源ICというハードウェアを自由にドライブ（運転）するために、これまでにハード的なこと、ソフトウェア的なこと、さまざまなテクニックをマスターしてきました。それも、すべてこのサウンドドライバのためであったわけです。

このサウンドドライバには、SSDという立派な名前を付けてあります。SSDは、MSLで書かれたデータに従って、FM音源ICをドライブするものです。

SSDは、ソースリストのORG命令に合わせて、割込みテーブルの設定さえ変えてやれば、原則的にはメモリのどこにでも配置できます。ただし、前節で説明したように、メインプログラムでグラフィックを使用する場合には、SSD、MSLによる音楽データ、SP（スタックポインタ）は、すべてC000H以前に配置しなければなりません。本節では、グラフィックを使用していないため、プログラムやMSLデータがC000H以降にも置かれていますが、このことは決して忘れないでください。

なお、前でも述べたように、『HIT-88』を使用されている方は、MSLの全コマンドを、アセンブルする際にオプションで定義できるようになっていますから、ソースリスト側（リスト3.2の最初にある「MSL用ラベル」の部分）で定義しなくてもかまいません。さらにMSL各コマンドの入力に際しても、簡単に入力ができるようファンクションキーに20個（10×2組）のコマンドが登録してあります。「@C」とか「@D」ではなく「ドレミ……」の感覚で入力できますので、この機能もうまく活用してください。

■ SSDの能力の確認

まずはSSDを知る意味において、リスト3.1＋リスト3.2を実行して演奏させてみましょう。プログラム(リスト3.2)には、MSLのサンプルとして10種の音楽データが用意されていますから、演奏をさせながらMSLの用法と能力を確認してください。

アセンブルするときには、SSD部(リスト3.1)とメインプログラム部(リスト3.2)を連結アセンブルします。連結アセンブルの方法はP227を参照してください。

プログラムの実行のしかたは次の通りです。

```
CLEAR,&HB5FF
A =&HC400:CLS:CALL A
```

リスト3.2で用意されている、MSLで記述された音楽のサンプルデータは、f･1～f･10のキーを押すことで、それぞれ選択され演奏が行われます。各キーの割り当てを以下に示します。

f･1

FM音源 (1～3) による『キラキラ星』の演奏

チャンネル1、2をハープの音色(FC122)で、チャンネル3をチューバの音色(FC070)で演奏します。各MSL(FMDA1～FMDA3)ではサブデータを多用し、メモリの節約を図っています。

チャンネル1では、チャンネル3の割込み使用に対処するため、「@JP3」命令を2か所で使用しています。チャンネル1でチャンネル3の再スタートをかける場合、チャンネル3側でもそれに対応できるように準備（音色の設定など）をしておかなければならないことに注意してください。

f･2

FM音源 (1～6) による『キラキラ星』の擬似ステレオ演奏

サウンドボードIIが装着されていれば、演奏をする前にSSD内の「GIJIS」というワークエリアの値を1にすることで、自動的に6声の擬似ステレオ演奏となります。このワークエリアの値は、演奏が終了するたびにクリアされます。

ステレオ化に際しては、チャンネル1～3のデータが4～6でも共通に使われ、各チャンネルの出力は図3.1のように変更されます。

ステレオといっても、あくまでも擬似的なものですから、イヤホンで聴いたり、スピーカの音量を左右で極端に違えたりすると、不自然になることがあります。聴く側もステレオ効果を楽しむという姿勢が要求されるわけです。

図3.1 各チャンネル出力の状態

右	① ③	④ ⑥
左	② ③	⑤ ⑥

＊チャンネル4～6はワイド効果を出すために、ボリュームダウンとディレイをかけてあります。

f･3

演奏のフェードアウトと、FM 音源（1～3）によるフェードイン演奏

フェードアウトは、SSD 内の「FIOFG」の値を 80H（10000000B）にすることにより、全チャンネルが一斉にフェードアウトされます。フェードアウトするスピードは、「FORAT」の値によりコントロールできます。

演奏を終了させるときには、フラグ（SFLAG+1 と SFLA2+1 の中身）の値を 0 にするだけでなく、次の演奏のためにイニシャライズしておかなければならないワークエリアがあります。フェードアウトを使えば、すべて自動的にイニシャライズされますから、演奏を中断したいときには、「FORAT」の値を 0 にしてフェードアウトさせると瞬時に停止できて便利です。メインプログラム部（リスト 3.2）の「MCFIN」が、このテクニックを使った演奏停止です。

フェードインは、「FIOFG」の値を 1 にして演奏を開始させます。「FIRAT」の値がフェードインのスピードを調整します。なお、フェードインにかぎらず演奏開始のデータをセットするときには、誤動作防止のためフラグのセットが完了するまで割込みを禁止する必要があります。

f･4

SSG 音源（1～3）による『キラキラ星』の演奏

SSG 音源では、MSL データの先頭（音程データの出る以前）において、「@R7」によりノイズとトーンの使用状態をセレクトしなければなりません。通常の音楽演奏であれば、この点と音色データの構造を除いて、ほぼ FM 音源のデータと共通して使えます。

また、「@JP1」命令は音楽データのループに使うだけでなく、チャンネル 2 や 3 の MSL（SGDA2 と SGDA3）の例にあるように、共通データへジャンプすることも可能です。うまく利用すれば、音楽データを大幅に減らすことができるでしょう。

f･5

FM（1～6）、SSG（1～3）リズムによる『キラキラ星』の演奏

マシン語でなければできない全チャンネルの同時演奏です。リズムは 3 声しか使っていませんが、リズムにはフラグが 1 ビットしかないので、未使用パートは「@FIN」にしておく必要があります。演奏用フラグの内容を図 3.2 に示します。

ここでのリズムは ♩/12 を基準にしているので、リズムテンポは「テンポ＝110 の 64 分音符当たり割込み回数（6 回）×4/3」、つまり 8 となっています（RZM01 にて設定）。また、BASIC の RML と違い、キーオ

図 3.2　演奏用フラグの内容

（SFLAG＋1）

7	6	5	4	3	2	1	0
未使用	リズム	SSG･3	SSG･2	SSG･1	FM･3	FM･2	FM･1

（SFLA2＋1）

7	6	5	4	3	2	1	0
未使用	未使用	未使用	未使用	未使用	FM･6	FM･5	FM･4

ン（@K1）自体には長さが含まれていませんから、MSLの感覚でデータを作成することができます。64分音符基準のときには、音長もMSLと同じようにラベル(12=@8.のように)で設定できます。しかし、♩/12表示の場合は、たとえ長さがラベルで指示できても、♩/12がいくつと指示しておかないと、かえってわかりにくくなります。

f・6

FM音源（3）の割込み使用による効果音

チャンネルの割込み使用については、使用される側(キラキラ星側)が処理することであって、使用するほうは普通に演奏を開始させればOKです。

効果音のタイプは、周波数降下型のビブラート（ビブラートレベルの上位2ビット=11）で、効果音と効果音との間にはときどき休符が入るようになっています。そのタイミングはデータで作成したほうが簡単なのですが、ここではあえて「@PROG」命令によりプログラムで対処してみました。したがって、プログラムの内容そのものより、「@PROG」の使用法のサンプルと思ってください。

f・7

SSG音源（3）の割込み使用による効果音

カギ型のビブラート（音色データの先頭にあるビブラートレベルの上位2ビット=01）で周波数を大きく震わせ、電話のベルを鳴らします。この音色で演奏をさせたらどうなるか……音痴の正体が見えるかもしれません。電話音は、途中からサブデータの頭に「@VD」を付けることによりフェードアウトさせています。

f・8

SSG音源（3）の割込み使用による効果音

SSG音源チャンネル3でのみ可能なノイズビブラートです。それだけでは効果音サンプルとしておもしろくないので、カギ型トレモロ（音色データの3番目にあるトレモロレベルの上位2ビット=10）を加えて、ヘリコプタのプロペラ音に近づけてみました。プロペラ音が連続して聞こえるように、「@W」によってビブラートとトレモロのシンクロをオフにしています。電話音と同じテクニックで、途中から自然にフェードアウトします。

f・9

SSG音源（3）の割込み使用による効果音

結果的にはFM音源の効果音（f・6）と似た感じになっていますが、あちらが下降型のビブラートであったのに対し、こちらは上昇型のビブラート（音色データの先頭にあるビブラートレベルの上位2ビット=10）を採用しています。

音色データ以降はf・6と同じデータへジャンプしていますが、音長を長くしたうえでビブラートレベルを下げ、さらに周期パラメータ（音色データの2バイト目）の値を大きくすると、エレベータの上昇するような音になります。いろいろとパラメータの値を変化させてみてください。

f・10

SSG音源（3）の割込み使用による効果音

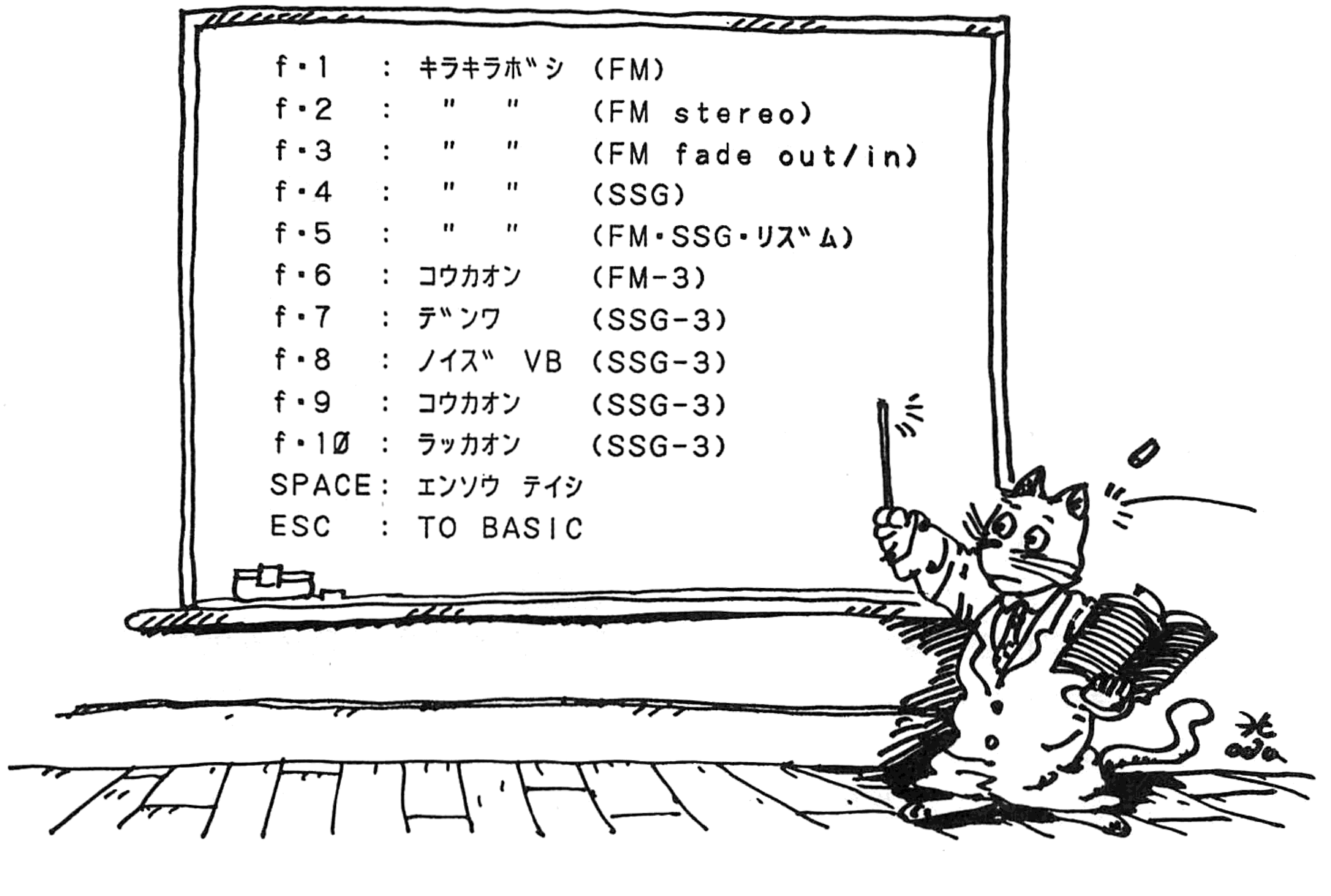
この効果音は、何かが落下していく音と、それが地上に衝突した際の音を表現しています。落下音は周波数降下型のビブラートで、レベル、周期ともに1にしてユックリ

と変化させています。また、落下するにつれて音が小さくなるように、ソフトウェア・エンベロープ（音色データの5バイト目）をかけてあります。一方、衝突音は上昇型のビブラートにカギ型のトレモロを加え、周期の短いソフトウェア・エンベロープをかけて作っています。

いちおう、10種類のサンプルを用意したわけですが、これらはMSLを利用したほんの一例に過ぎません。音楽演奏では、同じ演奏データでも音色やQなどの変更でまだまだ違った雰囲気をかもし出すことができます。また、効果音についてもビブラートやトレモロなど、パラメータの値を変えるだけでいろいろなタイプの音を作ることができます。そのためには、まず自分で作りたい音のイメージを描くことが大切です。試行錯誤をめんどうがらずに、繰り返しトライしてください。

■ SSDに対する注意点

さて、ここでのサンプルにはありませんが、連符について少し付記しておきます。FM音源とSSG音源の場合、三連符は「@L3」により簡単に実現できますが、それ以外の連符には対応するコマンドがありません。また、リズムの場合は♩/12表記にも対応できるようにしたため、プログラム的に「@L3」が使えません。そこで、このような場合は、便宜上、次のようにして対処します。



例)

三連符(4分音符)の場合

@K1,5,@K1,6,@K1,5

五連符(2分音符)の場合

@K1,6,@K1,7,@K1,6,@K1,7,@K1,6

要するに、トータルしてその音長になるよう、64分音符単位でうまく配分してやればいいのです。もちろん、「@K1」の代わりに音程で指示すれば、このテクニックはFM音源やSSG音源でも使うことができます。正確な連符とはいえませんが、実際にはほとんど問題なく聴けます。ただ、割り振った音長が1とか2と短く、かつテンポが極端に遅い場合は、音長の誤差を感じるかもしれません。とはいえ、そのようなケースは実際の音楽演奏では、めったに起きないでしょう。

次に、SSD部(リスト3.1)についてですが、これにもいくつかの注意すべき点があります。

まず、大前提としてMSLによる音楽データが、前節で示された各コマンドの使用法やパラメータの許容範囲を逸脱してはいけない、ということです。SSDには、基本的にMSLの使用ミスをチェックする機能がありません。また、MSLも単なるラベルによるデータの集まりですから、アセンブル時に発見できるエラー以外は見つけることができません。音程や音長の狂いなどのミスであれば、それ以上に問題が発展することはありませんが、DBとDWを書き違えたりすると大変です。へたをすると暴走するかもしれません。よく注意してください。

実際にSSDを活用するときに、1節で解説したように、まず機種に合わせてSSDをイニシャライズし、「SBCHK」をコールしますが、その際「SBCHK」内の「(SKIP2+1)」の値を0以外にすると、サウンドボードII装着の有無にかかわらず、サウンドボードIIの機能は無視されます。PC-8801FR以前の機種で内部スピーカを使って音を出したい場合(既存の音源ボードを使用)に利用してください。PC-8801FH以降の機種では、常に内部スピーカへも出力されますので、あまり意味がありません。

イニシャライズと割込みの初期設定が終われば、メイン側では音楽開始のデータをセットするだけです。

ここで、割込みマスク($E6_H$の値)が2になっていることに注目してください。つまり、VRTC割込みを許可しているのです。SSDでは使用する必要のないVRTC割込みを許可しているのはなぜなのでしょう。

実は、これがSSDが単なる音楽プログラムではないことの証明でもあるのです。というのは、マシン語によるリアルタイムゲームなどでは、「割込みによるウェイト」も欠かすことのできないテクニックだからです。

例えば、『PC-8801mk II SR　マシン語ゲームプログラミング』に掲載されていたゲーム『スカイブルーザー』もVRTC割込みによってウェイト処理を行っています。仮に、このゲームにSSDを組み込んでBGMを付けた場合、それによってVRTC割込みが使用できなくなってしまうようで

は困るわけです。

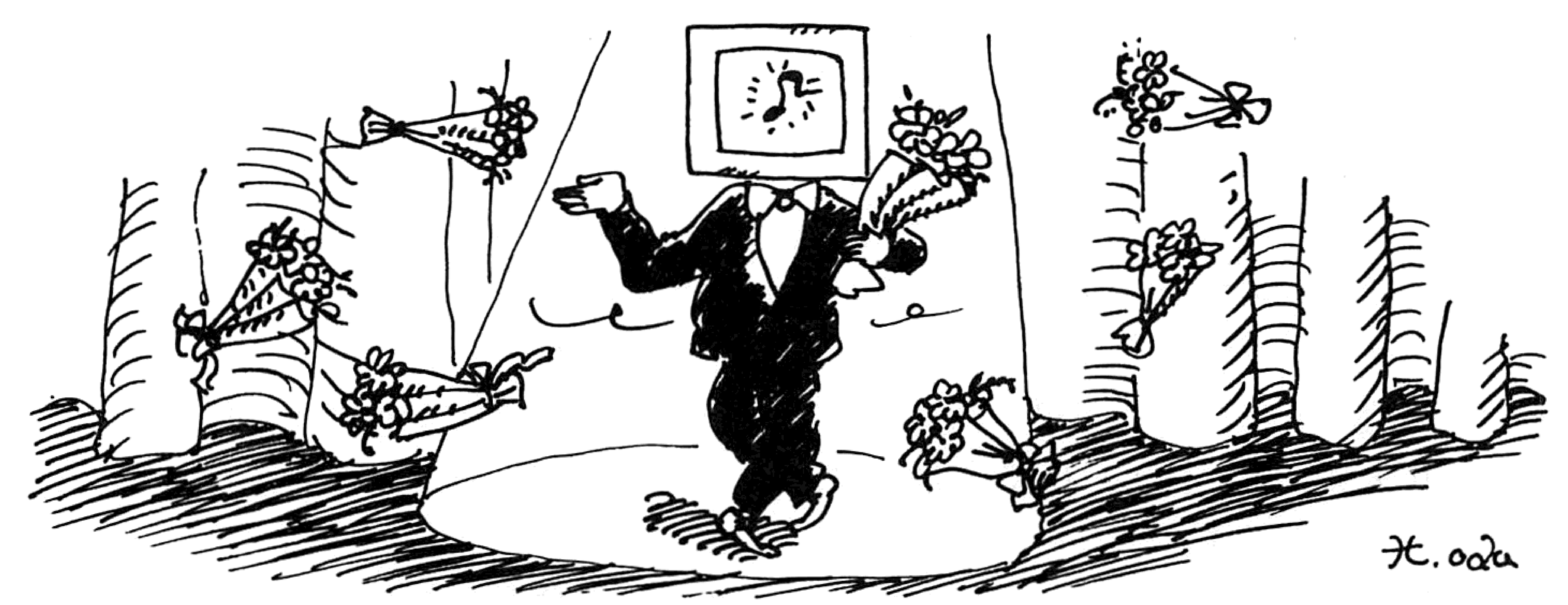
こういったケースを考慮し、たとえここでは不要でも、SSDは常に多重割込み処理をするようになっています。ですから、SSDにある「WAIT」をコールすれば、いつでも「割込みによるウェイト」を確保することができます。

通常の割込み処理ルーチンでは、プログラムはすべてDI命令により割込みを禁止していますが、多重割込みの場合には割込み処理中にも上位レベルの割込みがかかるようにしなければなりません。また、上位レベルの割込み（この場合VRTC割込みを意味する）では、その割込みが多重割込み（サウンド割込み中）からの割込みか、通常のプログラムからの割込みかによって、割込みから復帰する際のレベル設定値が変わってきます。これらは、すでにプログラムで処理されていることですが、各割込みにおける基本的な処理の違いを**表3.2**を見て把握しておいてください。

ワークエリアの内容やプログラムについては、リストの横のコメントで理解できると思いますが、プログラムはメモリ節約の点から、プログラム自身を書き換えながら実行するテクニックが使われています。そのことを頭に入れたうえで、ヒマとアイデアがあれば新たな機能を追加するもよし、そうでない方はそれなりにSSDを役立ててください。きっと、あなたのPC-8801に新しい魅力が湧いてくるに違いありません。

表3.2　割込み処理の概要

種類	サウンド割込み	VRTC割込み
レベル	割込みレベル＝4（≧5でかかる）	割込みレベル＝1（≧2でかかる）
注意点	サウンド処理中は，割込みレベル＝2にして割込みを禁止しない．サウンド処理後に，割込みレベル＝5にする．	割込み処理中は，割込みを禁止しておく．処理後，通常は割込みレベル＝5にして復帰するが，サウンド割込み中に割り込んだ場合は，割込みレベル＝2にして復帰する．



5. ADPCMコントロール

サウンドボードIIに残された最後の砦がADPCMです。しかし、この魅力ある機能もなぜか決定的な用法にはお目にかかれません。まるで、あまりに美人すぎて、誰も声をかけてくれないといった雰囲気です。たまに声をかける人間がいても、それ以上に発展しないことを前提に話しかける程度です。事実、サウンドボードII専用の命令を用意しているSSDにおいてさえも、このADPCMだけは別扱いとなっています。

原因はいろいろあるでしょう。美人ゆえにお金がかかる（メモリを使いすぎる）とか、才能が豊か過ぎてタクアンなど漬けさせては申し訳ない、つまり音声まで出せるのに楽器の一部にしてしまうのはモッタイナイ……など、貧乏人がいきなりロールスロイスをもらっても、恐ろしくて使うに使えないといった気分です。やはり、リッターあたり何キロ走るなどと考えているうちは、国産の燃費がいい車にしておくべきなのでしょうか。

ADPCMを本格的に使えない理由はまだあります。それは、ADPCMの機能をメインに据えると、そのソフトウェアのターゲットが完全にPC-8801FA以降（またはオプションでサウンドボードIIを装着した機種）に限定されてしまうからです。市場性からいって、まだまだ旧サウンドボード装着の機種を見捨てるわけにはいきません。したがって、ADPCMはどうしても「なくても困らない」といった程度の使いかたしかできないわけです。

ただし、SSDとADPCMコントロールを切り離した理由は、これだけではありません。それは、ADPCMの優れた潜在能力を、SSDという枠のなかに閉じ込めたくなかったからです。あくまでも、ADPCMの利用はケースバイケースで、そのつど考えてもらいたいのです。そのために必要なのが、ADPCMのコントロール方法であり、それをどのように活用するかは、あなたのアイデア次第なのです。FM音源で作りにくい楽器にしてもいいし、効果音や音声、あるいは「あいうえお……」を登録して文字を読ませるなんていうのもおもしろいでしょう。

応用範囲は広くても、ADPCM自身でできることはかぎられています。テープレコーダに例えれば、**録音**と**再生**、それに**テープスピードの変更**といったことができる程度のものです。基本操作法さえ理解すれば、そこにはFM音源以上の可能性が広がっているのです。その可能性にチャレンジするための第一歩、まずはADPCMのレジスタ構成から見ていきましょう（図3.3）。

ADPCMのコントロール・レジスタが、サウンドボードII全体のどこに存在しているかは、すでに図2.11(P117)に示されています。したがって、これらのレジスタをアクセスするための条件、つまり使用するI/Oポートやレジスタ・アドレス29_Hのビット7を立てることについては、FM音源4～6とまったく同じです。

また、図3.3のなかに「別掲」とあります

が、ここにはスピーカのオン／オフやL／R振り分け、および再生、リピート機能などのコントロールも含まれています(詳しくはP195から掲載しています)。改めて、ADPCMの機能がテープレコーダに近いと感じられます。

ここで、アドレス8_Hを見てください。「データの入／出力」とあるところです。これは、主にADPCMデータのセーブ／ロードの際に使用するものです。ADPCMにはサウンドメモリとして本体内に256Kバイト確保されています。ということは、アドレスの指定は2バイト（16ビット）では足りません。しかし、スタートやストップなど、すべてのアドレスは2バイトで指示するようになっています。どうやら、ADPCMを操作するには、まずメモリの管理法から学ぶ必要がありそうです。図3.4がADPCMのメモリ管理の実態です。

256Kバイトをアドレスで示すと00000～$3FFFF_H$番地となりますが、実際にコントロールするのはここでいう「管理アドレス」のほうです。つまり、1つのアドレスで複数のメモリ（実アドレス）を指し示すこ

図3.3　ADPCMコントロール・レジスタ

〈アドレス〉	〈ビット〉7 6 5 4 3 2 1 0	
0_H	コントロール・1	別掲
1_H	コントロール・2	
2_H	スタート・アドレス(下位)	録／再　スタート・アドレス
3_H	スタート・アドレス(上位)	
4_H	ストップ・アドレス(下位)	録／再　ストップ・アドレス
5_H	ストップ・アドレス(上位)	
6_H	プリスケール(下位)	録音スピード
7_H	プリスケール(上位3ビット)	
8_H	ADPCMデータ	……データの入／出力
9_H	デルタ-N(下位)	再生スピード
A_H	デルタ-N(上位)	
B_H	エンベロープ・コントロール	……ボリューム
C_H	リミット・アドレス(上位)	録／再　リミット・アドレス(強制的に0番地へもどる)
D_H	リミット・アドレス(上位)	
E_H	DACデータ	使用しない
F_H	PCMデータ	
10_H	フラグコントロール	……フラグの操作(別掲)

図3.4 ADPCMのメモリアドレス

① DRAM(×8ビット)の場合

実アドレス	管理アドレス
00000～0001F	0000
00020～0003F	0001
⋮	⋮
3FFE0～3FFFF	1FFF

② DRAM(×1ビット)の場合

実アドレス	管理アドレス
00000～00003	0000
00004～00007	0001
⋮	⋮
3FFFC～3FFFF	FFFF

とによって、2バイトで256Kを表せるようになっているのです。

図3.4には2種類の管理法が示されています。一見すると、実アドレスの管理単位の違いのようですが、内容まで同じではありません。

実は、ADPCMのデータは4ビットが本当の単位なのです。ちなみに、BASICにおけるADPCMのメモリ管理を、本体付属のマニュアルなどを見て思い出してください。BASICでは、ADPCMのデータをメモリ数ではなく、0.1秒単位の時間で計算していました。サンプリング周波数を16kHzとした場合、32秒間(マニュアルでは約32秒となっている)の録音が可能ですから、次のような計算式が成立します。

総使用メモリ数＝16000×32÷2
＝256000(＝3E800H)

これを0.1秒当たりに換算すると、800バイト(総使用メモリ数÷320)のメモリを使用していることになり、BASICではADPCMのメモリを800バイト単位でコントロールしていることがわかります。つまり、実用上はADPCMのデータを1バイト、もっと細かくいえば4ビット単位で扱う必要などないということです。

しかし、それでも「1データ単位で扱わなければイヤだ!!」という人のために用意されているのが、4バイト単位のメモリ管理法(図3.4の②)です。これは、せっかく8ビットあるメモリを1ビット(0と1)だけ使用し、4バイトで4ビット(1データ)を表すというものです。したがって、当然のことながら録音/再生時間も1/8になってしまいます。ADPCMを活用するうえにおいて、この方法によるメリットは何もないと断言していいでしょう。

とりあえず、現実にはADPCMのメモリ管理が32バイト単位で、実際の管理アドレスは0000～1FFFHとすべきであることが明白になりました。次は、テープレコーダでいうなら録/再スピードのコントロール、すなわち録音サンプリングレートと再生サンプリングレートについてです。

・プリスケール（録音サンプリングレート）

プリスケール値は11ビットで表され、その値は次の式によりサンプリング周波数から求められます。

プリスケール＝4000000（4MHz）
÷サンプリング周波数

この式に、BASICで指定できるサンプリング周波数をあてはめ、プリスケールを算出してみます（**表3.3**）。

プリスケールは11ビット、すなわち1〜2047（7FF$_H$）の範囲であれば自由に設定できますから、この3種類に限定されているBASICに比べると、はるかに微妙なサンプリング周波数を取ることができるわけです。

・DELTA-N（再生サンプリングレート）

DELTA-Nは16ビットで表され、録音（分析）時のサンプリング周波数との間に、次の式が成立しています。

DELTA-N＝サンプリング周波数×72
×65536÷4000000（4MHz）

この式に、BASICで指定できるサンプリング周波数を当てはめ、DELTA-Nを算出してみたのが**表3.4**です。

このDELTA-Nは、ADPCMのなかで一番遊べる部分です。この計算式を無視した値を設定することにより、テープスピードをいたずらしたような音質の変化を楽しんだり、ビブラートをかけることができます。また、ADPCMに「あいう……」を登録

表3.3 サンプリング周波数より算出されるプリスケール

サンプリング周波数	プリスケール
4000（4KHz）	1000
8000（8KHz）	500
16000（16KHz）	250

表3.4 サンプリング周波数より算出されるDELTA-N

サンプリング周波数	DELTA-N
4000（4KHz）	4719
8000（8KHz）	9437
16000（16KHz）	18874

しておき、文字を読ませながら音階の特徴（1オクターブ上の音は周波数が倍になる）に合わせてDELTA-Nを設定してやると、ADPCMが歌詞カードにより歌を歌うなんてことも可能です（笑って楽しめるという程度ですが……）。

参考までに、16kHzで録音した音をソ（G）の音とした場合の12音階を**表3.5**に示しておきます。ただし、この数値は計算式によるものなので、12音階の理論通りの値ではなく、誤差があることを承知してください。

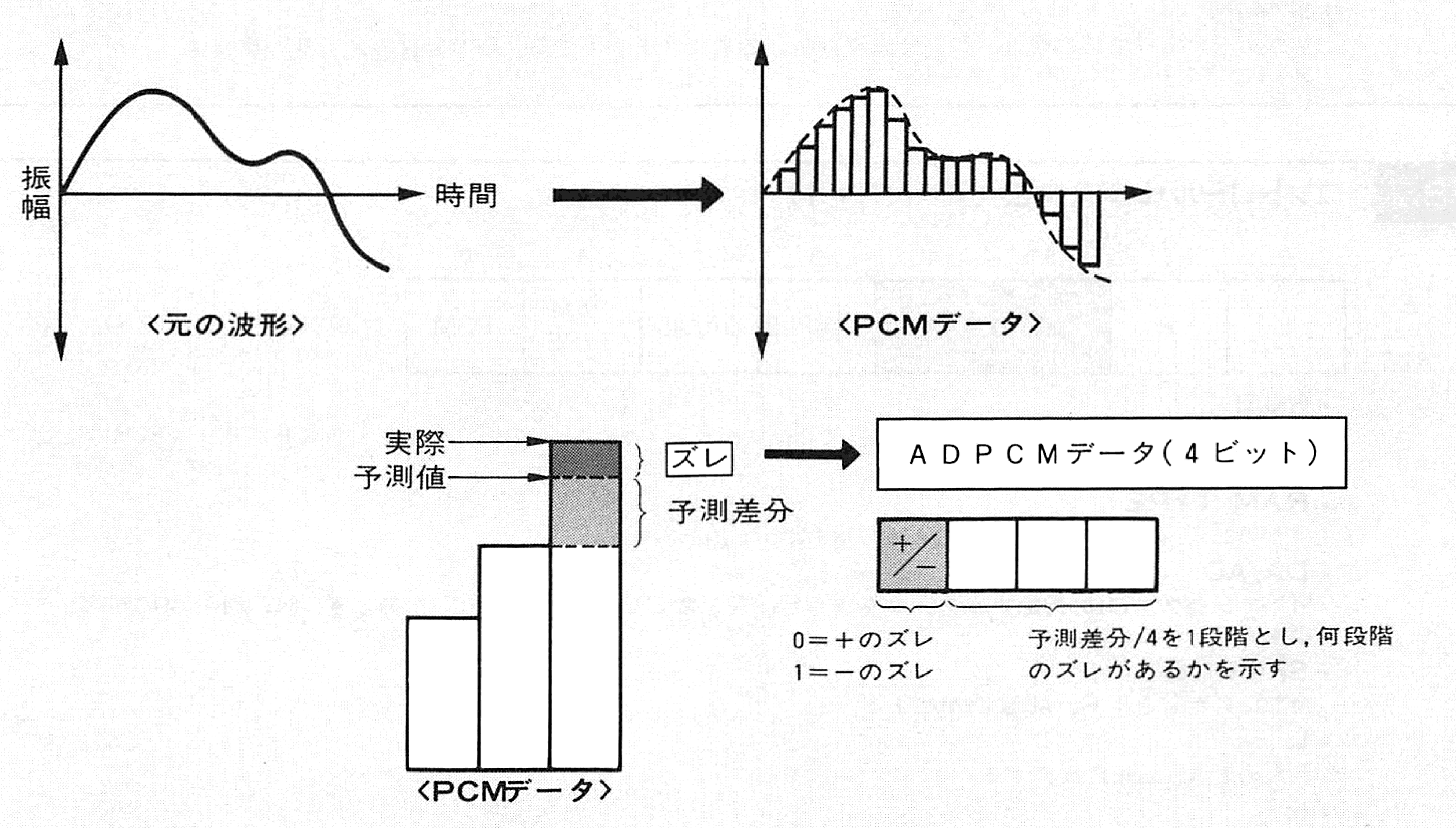
ADPCMレジスタ・アドレスE$_H$とF$_H$は、ADPCMを通常に使用するときには関係のないレジスタです。ADPCM音声分析（録音）では、4ビットのADPCMデータを得るために、音声をいったん8ビットのPCMデータに変換します。その際、そのPCMデータをレジスタF$_H$に格納するようになっているのです。しかし、ADPCM使用時にこのPCMデータを拾い出すことはできません。現段階では、FM音源IC側

表3.5	12音階の設定値
音　程	DELTA-N
C	3132_H
C+	3420_H
D	$373A_H$
D+	$3A83_H$
E	$3DFE_H$
F	$41AF_H$
F+	4597_H
G	$49BB_H$
G+	$4E1E_H$
A	$52C4_H$
A+	$57B1_H$
B	$5CE8_H$
C	$626F_H$

で利用しているだけの閉ざされたレジスタです。

ここで、ADPCM データとは何かを解説しておきましょう。図3.5を見てください。ADPCM データとは、PCM データの次の変化を一定の計算式のもとに予測し、その予測値の差分と実際の差分とのズレを4ビットで段階的に表したものです。その最上位にあたるビットは、予測差分とのズレの＋か－（1でマイナス）を意味し、残りの3ビットで予測差分の1/4した値を1段階とし、何段階（0～7）のズレがあるかを示しています（7/4段階以上のズレは7となる)。ですから、急激な音の変化には弱いということになりますが、データ量はPCMデータよりも圧倒的に少なくなります。

図3.5　音声→ PCM データ→ ADPCM データへの変換



一方、レジスタEHはPCMデータを音声合成(再生)するための窓口に当たるものです。もし、ここにPCMデータを送れば、理論的にはADPCMデータより質のよい音を出すことができます。しかし、残念なことにPC-8801本体だけではPCMデータ(ADPCMデータではありません)を得ることはできません。また、今いったように、データからすれば理論上の音質はPCMのほうがADPCMよりよくなるはずですが、ただでさえ少ない本体のメモリを使用して、ADPCMの倍のメモリを消費することに価値を感じる人はいないと思います。したがって、これら2つのレジスタ

図3.6　コントロール・レジスタ1（アドレス=0）

7	6	5	4	3	2	1	0	
START	REC	MEM DATA	REPEAT	SP OFF	／	／	RESET	レジスタアドレス・0

- **RESET**
  サウンドメモリをデータ源として，ADPCM音声合成中に“1”とすると初期状態にもどる．ただし，REPEATは“0”とする．
- **SP OFF**
  “1”のとき，ADPCM分析，AD変換時のスピーカへの出力を止める．
- **REPEAT**
  ADPCM音声合成中“1”とすると，スタート／ストップアドレス間を繰り返しアクセスする。
- **MEM DATA**
  “1”のとき，サウンドメモリをアクセス可能．
- **REC**
  “1”のとき，ADPCM音声分析とサウンドメモリへのデータの書き込みが可能となる．
- **START**
  サウンドメモリ使用の場合，“1”で音声分析／合成がスタートする．CPU管理のメモリの場合は，レジスタ8Hのアクセスと同時にスタートする．

図3.7　コントロール・レジスタ2（アドレス=1）

7	6	5	4	3	2	1	0	
L	R	／	／	SAMPLE	DA/AD	RAM TYPE	ROM	レジスタアドレス・1

- **ROM**
  “1”でサウンドメモリをROMとし，“0”でDRAMとする．サウンド・ボードIIのサウンドメモリはROMではないので，常にDRAMとする．
- **RAM TYPE**
  “1”のとき，×8ビット．“0”のとき，×1ビット．
- **DA/AD**
  “1”でレジスタEHの指定するデータを出力し，“0”でしかもSAMPLEが“1”のとき，8ビットPCMのAD変換を行う．
- **SAMPLE**
  “1”にしたときから，AD変換が始まる．
- **L**
  “1”のとき，Lch.に出力する．
- **R**
  “1”のとき，Rch.に出力する．

は現実的には無用の長物と考えていいでしょう。

いよいよ、残るは ADPCM を実際に操作するレジスタと、そのための各種フラグをコントロールするレジスタについてです。まずは、2つあるコントロール・レジスタから見てみましょう。図3.6がコントロール・レジスタ1、図3.7がコントロール・レジスタ2です。

これら2つのレジスタは、ADPCM のいわば制御スイッチです。テープレコーダでいうなら、録音や再生の押しボタンに相当するわけです。ところで、安いテープレコーダならテープエンドになってもボタンが押されたままですが、中級品（?）以上では自動的にボタンが解除されます。これを ADPCM に置き換えると、例えばスタート・アドレスとストップ・アドレスを指定して録音（再生）を開始した場合、その時間を自分で測って制御スイッチを解除するのが低級プログラム、自動的に制御スイッチを解除するのが中級プログラムということになりそうです。

しかし、中級プログラムにするためには、当然のことながら制御スイッチをコントロールするための情報が必要です。その情報の役目をするのが、ADPCM 専用のフラグなのです。フラグは、

```
IN   A, (46H)
```

または、PC-8801FR 以前の機種なら

```
IN   A, (0ACH)
```

により簡単に調べることができます。その、各ビットの意味を図3.8に示します。

すでに、FLAG A／FLAG B／BUSY に

図3.8 フラグの意味

7	6	5	4	3	2	1	0
BUSY		PCM BSY	ZERO	BRDY	EOS	FLAG B	FLAG A

- **FLAG A**
  タイマーAにセットした時間が経過したとき "1" になる.
- **FLAG B**
  タイマーBにセットした時間が経過したとき "1" になる.
- **EOS**
  ADPCM 音声分析／合成が終了したとき，または AD／DA 変換時サンプリング時間が経過したとき "1" になる（EOS＝End Of Sound).
- **BRDY**
  ADPCM 音声分析／合成が，2データ（1バイト分）終了したとき "1" になる．または，サウンドメモリに1バイトリード／ライトしたとき "1" になる（BRDY＝Buffer ReaDY).
- **ZERO**
  ADPCM 音声分析時，無音状態のとき "1" になる.
- **PCM BSY**
  ADPCM 音声分析／合成実行中に "1" になる.
- **BUSY**
  データをレジスタにロード中 "1" になる.

ついては何度も使用していますが、この3つのフラグに関しては、FM1～FM3を選択したとき（I/Oポート44Hまたは A8Hを使用したとき）と共通になっています。残る4つがADPCM専用のフラグというわけですが、これらのフラグを項目別にマスクまたはオールリセットするのが、レジスタ・アドレス10Hです。そのビット別の役割は図3.9のようになっています。

ADPCMを操作する際には、これらのフラグを見ながら制御スイッチが操作されるようプログラムを組んでもいいし、さらにもう一歩進めて割込みによりADPCMをコントロールすることも可能です。FM音源4～6を使用するとき、レジスタ・アドレス29Hのビット7を立てましたが、あのレジスタの内容は正確には図3.10のようになっているのです。

図3.9　レジスタ・アドレス10Hの意味

7	6	5	4	3	2	1	0	
IRQ RST			MSK ZERO	MSK BRDY	MSK EOS	MSK TB	MSK TA	レジスタアドレス・10H

- MSK TA
  “1”のとき，FLAG Aを常に“0”にする．
- MSK TB
  “1”のとき，FLAG Bを常に“0”にする．
- MSK EOS
  “1”のとき，EOSを常に“0”にする．
- MSK BRDY
  “1”のとき，BRDYを常に“0”にする．
- MSK ZERO
  “1”のとき，ZEROを常に“0”にする．
- IRQ RST
  “1”として書き込むと，0～4ビット目までのフラグは無視されるか，すべてのフラグは“0”になる．

図3.10　レジスタ・アドレス29Hの意味

7	6	5	4	3	2	1	0	
SCH			EN ZERO	EN BRDY	EN EOS	EN TB	EN TA	レジスタアドレス・29H

- EN TA
  “1”のとき，FLAG Aが“1”になると割込みをかける．
- EN TB
  “1”のとき，FLAG Bが“1”になると割込みをかける．
- EN EOS
  “1”のとき，EOSが“1”になると割込みをかける．
- EN BRDY
  “1”のとき，BRDYが“1”になると割込みをかける．
- EN ZERO
  “1”のとき，ZEROが“1”になると割込みをかける．
- SCH
  “1”のとき，FM4～6，ADPCMの選択を可能にする．

これらの割込みを使用するためには、当然ながらレジスタ10_Hでフラグをマスクしてはいけません。また、複数の割込みを混在させた場合は、IN命令によりどの割込みがかかったかを識別し、それぞれのルーチンへジャンプさせるようにします。特に、ADPCM関係の割込みを使用した場合には、割込み処理後レジスタ10_Hへ80_H(10000000_B)を送って、必ずフラグをリセットしてください。

なお、サウンドボードIIのなかで、ADPCM部だけは4MHzで動作しています。しかし、プログラムの「OUT46」のように、ADPCM部をアクセスするときには、本体CPUの動作クロック(4MHz／8MHz)にかかわらずウェイトは不要となっています。

以上がADPCMコントロールのすべてです。いちおう、サンプルプログラムとして、アドレス指定の録音／再生、およびサウンドメモリ内のデータ転送、これらをツールの形にまとめてみました(もちろんサウンドボードII専用です)。ただし、録音したデータのロード／セーブに関しては、本書ではサポートしきれませんでした。めんどうでも、BASICの「CMD PCM SAVE／LOAD」命令を使用してください。

プログラムは、BASICプログラム(P201の**リスト3.3**)とマシン語プログラム(P202の**リスト3.4**)で構成されています。まず、リスト3.4をアセンブル／ロードしてから、BASICプログラム(リスト3.3)を実行します。プログラムを実行すると、**写真3.1**の画面が表示されます。

ここでは各アドレスの変更、および再生リピートのオン／オフができるようになっています。

「Move ADPCM data」というのは、録音したADPCMデータを編集するための機能で、「Start Address～Stop Address」にあるADPCMデータを「Move　Address」に転送します。アチコチに録音した音を自由につなぎ合わせられるので、言葉を合成したりすることができます。その際「Start Address」は、必ず「Stop Address」より若い番地にしてください。

また、ADPCMデータというのは、すでに説明してあるように予測される次データの変化差分とのズレですから、つなぎ目に無音状態を入れるか、または録音したブロックごとに再生を繰り返すようにしないと、2番目以降の再生音が正常に聞こえません。1アドレス分(32バイト)の無音状態がつなぎ目に入っても、実際に聞くだけであれば何の影響もありませんから、各データの最後のアドレスを「Start／Stop Address」にして無音録音をするといいでしょう。

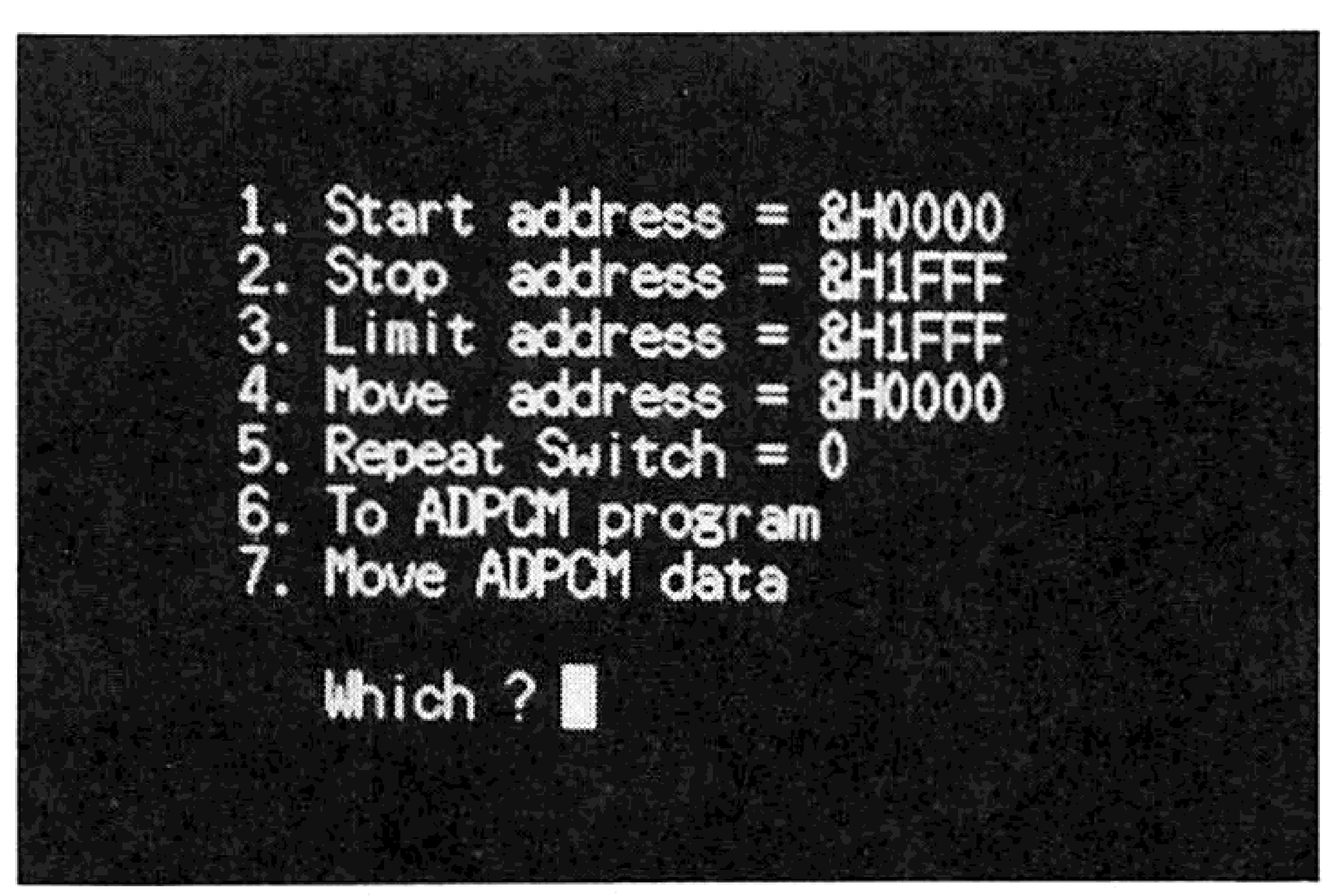


写真3.1　ADPCMサンプルプログラムの画面

それぞれのアドレスが決定したら、[6]を押します。するとADPCMプログラムになり、**写真3.2**の画面となります。

[R]でサンプリング周波数＝16kHzによる録音、そして[P]で再生となります。[R]と[P]を押したときは、それぞれ**写真3.3**、**写真3.4**の画面となります。

再生中は[4]、[6]により「DELTA-N」を変化させられます。[5]を押せば、16kHz時のスピードに瞬時にもどりますから、「DELTA-N」の値と音質の変化を体感してください。音の左右への振り分けとボリューム、および録音時のサンプリング周波数（プリスケールの値）は、特にツール上で変更できるようにしていませんから、興味のある方はプログラムを直接いじってテストしてください。

最後に、ADPCMの基本操作である、サウンドメモリを使用した録音と再生、そしてサウンドメモリとメインCPUとのデータの入／出力、この4つについての手順を**表3.6**、**表3.7**、**表3.8**、**表3.9**にまとめておきます。これらは、すべてここのプログラム（リスト3.4）において実行しているものばかりですから、自分でプログラムを組むときの参考にしてください。

EOSやBRDYフラグの調べ方は、プログラム（リスト3.4）を参考にしてください。ADPCMにおいては、例えば再生リピートのEOSフラグのように、予想と違った変化をすることがあります。この操作手順を自分のプログラムに応用する場合や、フラグを利用した特殊なプログラムを組む場合は、これらフラグの変化には十分注意をしてください。



写真3.2　ADPCMプログラムの画面メニュー



写真3.3　録音中の画面

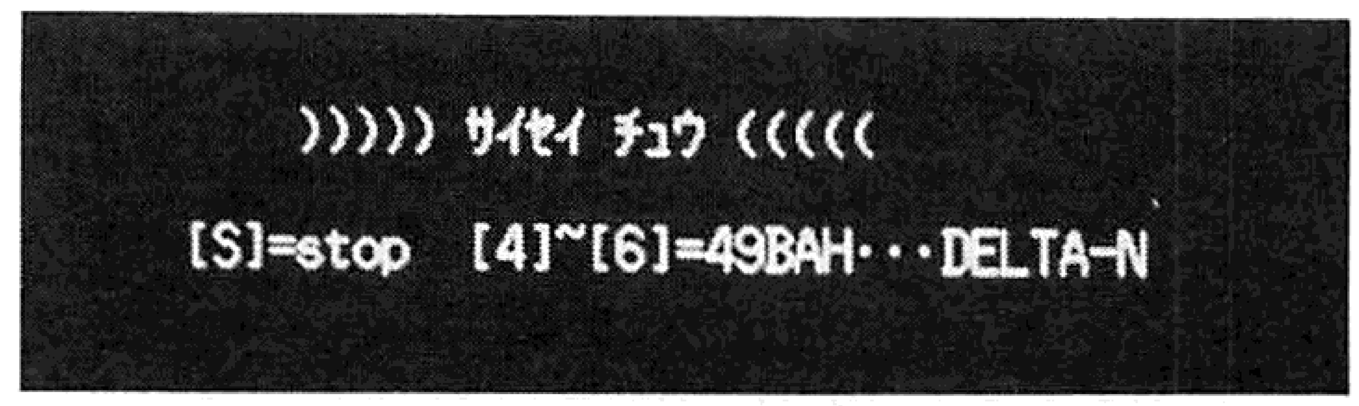


写真3.4　再生中の画面

うまく動作しなかったらフラグを疑え

これがコントロールの極意です。

なお、ADPCMデータの読み出しにおけるストップ・アドレスの「＋1」について、少し説明を加えておきます。これは、データの読み出しにダミーのリードを2度しなければならないことに起因しています。つまり、2度のダミーのリードが必要でありながら、それが回数としてはダミーとはならず、読み出しデータのリード回数に入ってしまうのです。そのため、ストップ・アドレスを＋1しておかないと、ダミーのリードの分（2バイト）だけ最後に読み出し不能になってしまうのです[注]。ただし、今度は逆に30回のリード不足になりますが、それは強制的なリセット（10_Hと0_H）により無視することができます。

表 3.6 サウンドメモリを使用した録音（音声分析）

アドレス	データ	IN/OUT	内容
10_H	00001000_B	OUT	BRDY フラグだけをマスクする.
10_H	10000000_B	OUT	すべてのフラグをリセットする.
0_H	01101000_B	OUT	サウンドメモリのアクセスと音声分析を許可し，スピーカへの出力をオフにする.
1_H	00000010_B	OUT	メモリのタイプを DRAM（×8 ビット）とする.
2_H	$××_H$	OUT	スタート・アドレス（下位）指定.
3_H	$××_H$	OUT	スタート・アドレス（上位）指定.
4_H	$××_H$	OUT	ストップ・アドレス（下位）指定.
5_H	$××_H$	OUT	ストップ・アドレス（上位）指定.
6_H	$××_H$	OUT	プリスケール（下位）指定.
7_H	$0×_H$	OUT	プリスケール（上位）指定.
C_H	$××_H$	OUT	リミット・アドレス（下位）指定.
D_H	$××_H$	OUT	リミット・アドレス（上位）指定.
0_H	11101000_B	OUT	録音（音声分析）開始.
		IN 命令	EOS フラグ（ビット 2）=1 になるまで待つ.
0_H	00000001_B	OUT	アドレス 0_Hの内容をリセットする.

表 3.7 サウンドメモリを使用した再生（音声合成）

アドレス	データ	IN/OUT	内容
10_H	00001000_B	OUT	BRDY フラグだけをマスクする.
10_H	10000000_B	OUT	すべてのフラグをリセットする.
0_H	00100000_B	OUT	サウンドメモリのアクセスを許可する.
1_H	11000010_B	OUT	左右出力の選択（ここでは両方）し，メモリのタイプを DRAM（×8 ビット）とする.
2_H	$××_H$	OUT	スタート・アドレス（下位）指定.
3_H	$××_H$	OUT	スタート・アドレス（上位）指定.
4_H	$××_H$	OUT	ストップ・アドレス（下位）指定.
5_H	$××_H$	OUT	ストップ・アドレス（上位）指定.
9_H	$××_H$	OUT	DELTA-N（下位）指定.
A_H	$××_H$	OUT	DELTA-N（上位）指定.
B_H	$××_H$	OUT	ボリューム設定.
C_H	$××_H$	OUT	リミット・アドレス（下位）指定.
D_H	$××_H$	OUT	リミット・アドレス（上位）指定.
0_H	10110000_B	OUT	再生リピートのオン／オフ（ここではオン）を決め，再生（音声合成）開始.
		IN 命令	リピートの有無にかかわらず，1 回目の再生が終わると，EOS フラグが立つ．したがって，リピートをかけていない場合は，EOS フラグによって再生を終了させることができる.
0_H	00000001_B	OUT	アドレス 0_Hの内容をリセットする.

注：実際には、残る 2 バイトには BRDY フラグが立たないというだけなので、最後の 2 バイトは BRDY フラグを見ないようなプログラムにすれば、すべてをリードすることができる。

表3.8 サウンドメモリへのデータの書き込み

アドレス	データ	IN/OUT	内容
10_H	0_H	OUT	どのフラグもマスクしない.
10_H	10000000_B	OUT	すべてのフラグをリセットする.
0_H	01100000_B	OUT	サウンドメモリへのアクセスとデータの書き込みを許可する.
1_H	00000010_B	OUT	メモリのタイプを DRAM（×8 ビット）とする.
2_H	××$_H$	OUT	スタート・アドレス（下位）指定.
3_H	××$_H$	OUT	スタート・アドレス（上位）指定.
4_H	××$_H$	OUT	ストップ・アドレス（下位）指定.
5_H	××$_H$	OUT	ストップ・アドレス（上位）指定.
8_H	××$_H$	OUT	データ書き込み開始.
		IN 命令	BRDY フラグ（ビット 3）=1 になるまで待つ.
10_H	10000000_B	OUT	すべてのフラグをリセットする.
			書き込みアドレス数×32 になるまで，データ書き込みを繰り返す.
0_H	00000001_B	OUT	アドレス 0_Hの内容をリセットする.

表3.9 サウンドメモリよりデータの読み出し

アドレス	データ	IN/OUT	内容
10_H	0_H	OUT	どのフラグもマスクしない.
10_H	10000000_B	OUT	すべてのフラグをリセットする
0_H	00100000_B	OUT	サウンドメモリへのアクセスを許可する.
1_H	00000010_B	OUT	メモリのタイプを DRAM（×8 ビット）とする.
2_H	××$_H$	OUT	スタート・アドレス（下位）指定.
3_H	××$_H$	OUT	スタート・アドレス（上位）指定.
4_H	××$_H$	OUT	ストップ・アドレス（下位）指定.
5_H	××$_H$	OUT	ストップ・アドレス（上位）指定. （ストップ・アドレスは+1 すること）
8_H		IN	データの読み出し開始. ただし，最初の 2 回はダミーリードとなり，データとはならない. 注：2 データ目以降のリードは，BRDY フラグ（ビット 3）=1 になってからリードする.
10_H	10000000_B	OUT	すべてのフラグをリセットする.
			読み出しアドレス数×32 になるまで，上記のリードを繰り返す. リードの残り 30 回分は無視する.
0_H	00000001_B	OUT	アドレス 0_Hの内容をリセットする.

FM音源、SSG音源、リズム、そしてADPCM……さらに『PC-8801mk II SRマシン語ゲームプログラミング』で紹介済みのビープ・ミュージックまで加えると、現在のPC-8801は最強のサウンドマシンと化しています。本書を読まれたことで、あなたの愛機PC-8801の隠れた能力を引き出すことができたなら、筆者としてうれしいかぎりです。SSDやMSLがサウンド・コントロールの標準仕様となれるよう、すべてをマスターしたあなたは大いに流布させてください。いつの日か、「MSLはマシン語サウンドの共通言語です」といわれることを願って……@FIN

リスト3.3 ADPCMサンプルプログラム（BASIC）

```
1000 '
1010 CLEAR,&HB5FF:DEFINT A-Z
1020 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
1030 CLS:A=&HB708:PRINT"1. Start";:GOSUB 1140
1040 A=&HB70A:PRINT"2. Stop ";:GOSUB 1140
1050 A=&HB70C:PRINT"3. Limit";:GOSUB 1140
1060 A=&HB70E:PRINT"4. Move ";:GOSUB 1140
1070 PRINT"5. Repeat Switch =";PEEK(&HB706)/16 AND 1
1080 PRINT"6. To ADPCM program
1090 PRINT"7. Move ADPCM data
1100 PRINT:PRINT"   Which ? ";
1110 A$=INPUT$(1)
1120 ON INSTR("1234567",A$) GOTO 1150,1160,1170,1180,1220,1230,1240
1130 GOTO 1110
1140 PRINT" address = &H";RIGHT$("000"+HEX$(PEEK(A+1)*256+PEEK(A)),4):RETURN
1150 A$="Start":GOSUB 1260:A=&HB708:GOTO 1280
1160 A$="Stop":GOSUB 1260:A=&HB70A:GOTO 1280
1170 A$="Limit":GOSUB 1260:A=&HB70C:GOTO 1280
1180 A$="Move":GOSUB 1260
1190 A=&HB70E:C=ABS(PEEK(A-3)*256+PEEK(A-4)-PEEK(A-5)*256-PEEK(A-6))
1200 IF B+C>&H1FFF THEN 1300
1210 GOTO 1280
1220 POKE &HB706,PEEK(&HB706) XOR 16:GOTO 1030
1230 A=&HB700:GOTO 1250
1240 A=&HB703
1250 LOCATE,,0:PRINT A:CLS:CALL A:LOCATE,,1:GOTO 1030
1260 PRINT:PRINT:PRINT"Change "+A$+" address = ";:INPUT"&H",B$
1270 IF B$="" THEN RETURN 1030 ELSE B=VAL("&H"+B$):RETURN
1280 IF B>&H1FFF THEN 1300
1290 POKE A,PEEK(VARPTR(B)):POKE A+1,PEEK(VARPTR(B)+1):GOTO 1030
1300 PRINT"BAD ADDRESS!!":BEEP:GOTO 1030
```

リスト 3.4　ADPCM サンプルプログラム（マシン語）

```
                         ORG     ØB7ØØH

B7ØØ C314B7              JP      ADPCM
B7Ø3 C3C4B9              JP      AMOVE

B7Ø6 CØ         ADCON:   DB      11ØØØØØØB          上位2ビット=LR指定、ビット4=REPEAT指定
B7Ø7 FF         ADVOL:   DB      255                ボリューム
B7Ø8 ØØØØ       START:   DW      Ø                  スタートアドレス
B7ØA FF1F       STOPA:   DW      1FFFH              ストップアドレス
B7ØC FF1F       LIMIT:   DW      1FFFH              リミットアドレス
B7ØE ØØØØ       MOVEA:   DW      Ø                  転送アドレス
B71Ø FAØØ       PSCAL:   DW      25Ø                プリスケール
B712 BA49       DELTA:   DW      49BAH              DELTA―N

B714 F3         ADPCM:   DI                         割込み禁止
B715 ED7337B7            LD      (TOBSC+1),SP       SPの退避
B719 31ØØB7              LD      SP,ØB7ØØH          SPの設定
B71C CD3BB7              CALL    AINIT              I/Oポートの適合化
B71F 2Ø15                JR      NZ,TOBSC           サウンドボードII不装備の場合はTOBSCへ
B721 CDACB8              CALL    TWDIP              コマンド待ちのテキスト文字表示
B724 DBØ4       MLOOP:   IN      A,(4)            ┐
B726 ØF                  RRCA                     │ [P]が押されていればGOSEIをコールする
B727 D4Ø2B8              CALL    NC,GOSEI         ┘
B72A DBØ4                IN      A,(4)            ┐
B72C CB57                BIT     2,A              │ [R]が押されていればADRECをコールする
B72E CC97B7              CALL    Z,ADREC          ┘
B731 DBØ9                IN      A,(9)            ┐
B733 Ø7                  RLCA                     │ [ESC]が押されていなければMLOOPへ
B734 38EE                JR      C,MLOOP          ┘
B736 31ØØØØ     TOBSC:   LD      SP,Ø             ┐
B739 FB                  EI                       │ SPをもどしてBASICへもどる
B73A C9                  RET                      ┘

B73B DB71       AINIT:   IN      A,(71H)          ┐
B73D 57                  LD      D,A              │
B73E 3EFF                LD      A,ØFFH           │
B74Ø D371                OUT     (71H),A          │
B742 3AD779              LD      A,(79D7H)        │
B745 3254B7              LD      (P88ØØ+1),A      │
B748 7A                  LD      A,D              │
B749 D371                OUT     (71H),A          │
B74B 214544              LD      HL,4445H         │ 機種別にサウンドボードIIの有無を調べ、装備
B74E 114746              LD      DE,4647H         │ していればサウンドICとを結ぶポートをその
B751 ØE44                LD      C,44H            │ 機種用に書き換える
B753 3E38       P88ØØ:   LD      A,'8'            │ 注：装備している場合のみ、リターン時にゼロ
B755 FE38                CP      '8'              │     フラグが立っている
B757 3ØØ8                JR      NC,SCD44         │
B759 21A9A8              LD      HL,ØA8A9H        │
B75C 11ADAC              LD      DE,ØACADH        │
B75F ØEA8                LD      C,ØA8H           │
B761 3EFF       SCD44:   LD      A,ØFFH           │
B763 ED79                OUT     (C),A            │
B765 ØC                  INC     C                │
B766 ED78                IN      A,(C)            ┘
```

```
B768 3D                DEC    A
B769 CØ                RET    NZ
B76A 7C                LD     A,H
B76B 3283B9            LD     (O45PØ+1),A
B76E 3289B9            LD     (O45P1+1),A
B771 7D                LD     A,L
B772 328FB9            LD     (O45P2+1),A
B775 7A                LD     A,D
B776 329BB9            LD     (O46P1+1),A
B779 32ABBA            LD     (A6POØ+1),A
B77C 32ADBA            LD     (A6PO1+1),A
B77F 32DEBA            LD     (A6PO2+1),A
B782 32E4BA            LD     (A6PO3+1),A
B785 32D8B7            LD     (ARLOP+1),A
B788 3263B8            LD     (GOSPO+1),A
B78B 7B                LD     A,E
B78C 329EB9            LD     (O46P2+1),A
B78F 32B3BA            LD     (A7POØ+1),A
B792 32E2BA            LD     (A7PO1+1),A
B795 AF                XOR    A
B796 C9                RET

B797 3EØ8      ADREC:  LD     A,ØØØØ1ØØØB      BRDY フラグのみマスク
B799 ØE1Ø              LD     C,1ØH
B79B CD98B9            CALL   OUT46
B79E 3E8Ø              LD     A,1ØØØØØØØB      すべてのフラグをリセット
B7AØ CD98B9            CALL   OUT46
B7A3 3E68              LD     A,Ø11Ø1ØØØB      サウンドメモリのアクセスと音声分析を許可し
B7A5 ØEØØ              LD     C,Ø              スピーカへの出力をオフにする
B7A7 CD98B9            CALL   OUT46
B7AA 3EØ2              LD     A,ØØØØØØ1ØB      メモリのタイプを DRAM(×8 ビット)とする
B7AC ØC                INC    C
B7AD CD98B9            CALL   OUT46
B7BØ 2AØ8B7            LD     HL,(START)       スタートアドレス指定
B7B3 CD91B9            CALL   WSEND
B7B6 2AØAB7            LD     HL,(STOPA)       ストップアドレス指定
B7B9 CD91B9            CALL   WSEND
B7BC 2A1ØB7            LD     HL,(PSCAL)       プリスケール指定
B7BF CD91B9            CALL   WSEND
B7C2 2AØCB7            LD     HL,(LIMIT)       リミットアドレス指定
B7C5 ØEØC              LD     C,ØCH
B7C7 CD92B9            CALL   WSEN1
B7CA 3EE8              LD     A,111Ø1ØØØB      音声分析開始
B7CC ØEØØ              LD     C,Ø
B7CE CD98B9            CALL   OUT46

B7D1 211AB9            LD     HL,TRECD         録音中のテキスト文字表示
B7D4 CDE9B7            CALL   TXDIP
B7D7 DB46      ARLOP:  IN     A,(46H)          EOS フラグが立つか、[S] キーが押されるまで
B7D9 CB57              BIT    2,A              ARLOP をループする
B7DB 2ØØ6              JR     NZ,AROFF
B7DD DBØ4              IN     A,(4)
B7DF CB5F              BIT    3,A
B7E1 2ØF4              JR     NZ,ARLOP
B7E3 CDF2BA    AROFF:  CALL   CØRES            アドレス 0H をリセットし、コマンド待ちのテ
B7E6 C3ACB8            JP     TWDIP            キスト文字を表示してリターン
```

```
B7E9 E5       TXDIP:  PUSH  HL             ┐
B7EA 21C8F3           LD    HL,ØF3C8H      │
B7ED CDBAB8           CALL  TLCLS          │
B7FØ E1               POP   HL             │
B7F1 11CCF3           LD    DE,ØF3CCH      │
B7F4 Ø114ØØ           LD    BC,2Ø          │ テキスト画面への文字列表示
B7F7 EDBØ             LDIR                 │
B7F9 11B8F4           LD    DE,ØF4B8H      │
B7FC Ø121ØØ           LD    BC,33          │
B7FF EDBØ             LDIR                 │
B8Ø1 C9               RET                  ┘

B8Ø2 3EØ8     GOSEI:  LD    A,ØØØØ1ØØØB    ┐
B8Ø4 ØE1Ø             LD    C,1ØH          │ BRDYフラグのみマスク
B8Ø6 CD98B9           CALL  OUT46          ┘
B8Ø9 3E8Ø             LD    A,1ØØØØØØØB    ┐ すべてのフラグをリセット
B8ØB CD98B9           CALL  OUT46          ┘
B8ØE 3E2Ø             LD    A,ØØ1ØØØØØB    ┐
B81Ø ØEØØ             LD    C,Ø            │ サウンドメモリのアクセスを許可
B812 CD98B9           CALL  OUT46          ┘
B815 3AØ6B7           LD    A,(ADCON)      ┐
B818 E6CØ             AND   11ØØØØØØB      │ LRの指定
B81A F6Ø2             OR    ØØØØØØ1ØB      │ メモリタイプ(DRAM×8ビット)の指定
B81C ØC               INC   C              │
B81D CD98B9           CALL  OUT46          ┘
B82Ø 2AØ8B7           LD    HL,(START)     ┐ スタートアドレス指定
B823 CD91B9           CALL  WSEND          ┘
B826 2AØAB7           LD    HL,(STOPA)     ┐ ストップアドレス指定
B829 CD91B9           CALL  WSEND          ┘
B82C 2A12B7           LD    HL,(DELTA)     ┐
B82F ØEØ9             LD    C,9            │ DELTA—N指定
B831 CD92B9           CALL  WSEN1          ┘
B834 3AØ7B7           LD    A,(ADVOL)      ┐
B837 ØC               INC   C              │ ボリューム設定
B838 CD98B9           CALL  OUT46          ┘
B83B 2AØCB7           LD    HL,(LIMIT)     ┐
B83E ØEØC             LD    C,ØCH          │ リミットアドレス指定
B84Ø CD92B9           CALL  WSEN1          ┘
B843 3AØ6B7           LD    A,(ADCON)      ┐
B846 E61Ø             AND   ØØØ1ØØØØB      │ ・再生リピートのオン／オフ指定
B848 F6AØ             OR    1Ø1ØØØØØB      │ ・音声合成開始
B84A ØEØØ             LD    C,Ø            │
B84C CD98B9           CALL  OUT46          ┘

B84F 21E5B8           LD    HL,TPLAY       ┐ 再生中のテキスト文字表示
B852 CDE9B7           CALL  TXDIP          ┘
B855 2A12B7           LD    HL,(DELTA)     ┐ DELTA—Nの値を表示
B858 CDC5B8           CALL  DIDLT          ┘
B85B 3AØ6B7   GOSLP:  LD    A,(ADCON)      ┐
B85E E61Ø             AND   ØØØ1ØØØØB      │ リピート再生ならDLTXXへ
B86Ø 2ØØ6             JR    NZ,DLTXX       ┘
B862 DB46     GOSPO:  IN    A,(46H)        ┐
B864 CB57             BIT   2,A            │ EOSフラグが立っていればADOFFへ
B866 2Ø41             JR    NZ,ADOFF       ┘
B868 3EØØ     DLTXX:  LD    A,Ø            ┐ DELTA—N変化用のウェイト
B86A D6Ø2             SUB   2              ┘
```

```
B86C 3269B8            LD     (DLTXX+1),A
B86F 2Ø32              JR     NZ,DLTC2
```

```
B871 2A12B7            LD     HL,(DELTA)
B874 11FFFF            LD     DE,-1
B877 DBØØ              IN     A,(Ø)
B879 CB67              BIT    4,A
B87B 281Ø              JR     Z,DLTCC
B87D 11Ø1ØØ            LD     DE,1
B88Ø CB77              BIT    6,A
B882 28Ø9              JR     Z,DLTCC
B884 21BA49            LD     HL,49BAH
B887 CB6F              BIT    5,A
B889 2Ø18              JR     NZ,DLTC2
B88B 18Ø5              JR     DLTC1
B88D 19       DLTCC:   ADD    HL,DE
B88E 7C                LD     A,H
B88F B5                OR     L
B89Ø 2811              JR     Z,DLTC2
B892 2212B7   DLTC1:   LD     (DELTA),HL
B895 7D                LD     A,L
B896 ØEØ9              LD     C,9
B898 CD98B9            CALL   OUT46
B89B 7C                LD     A,H
B89C ØC                INC    C
B89D CD98B9            CALL   OUT46
B8AØ CDC5B8            CALL   DIDLT
```

DELTA−N の変更
- [4] キーが押されていれば−1
- [6] キーが押されていれば+1
- [5] キーが押されていれば
  サンプリング周波数 16KHz に合わせる

```
B8A3 DBØ4     DLTC2:   IN     A,(4)
B8A5 CB5F              BIT    3,A
B8A7 2ØB2              JR     NZ,GOSLP
```

[S] キーが押されていなければ GOSLP へ

```
B8A9 CDF2BA   ADOFF:   CALL   CØRES
```

アドレス 0H をリセットする

```
B8AC 214FB9   TWDIP:   LD     HL,TWAIT
B8AF 11C8F3            LD     DE,ØF3C8H
B8B2 Ø124ØØ            LD     BC,36
B8B5 EDBØ              LDIR
B8B7 21B8F4            LD     HL,ØF4B8H
B8BA 362Ø     TLCLS:   LD     (HL),' '
B8BC 54                LD     D,H
B8BD 5D                LD     E,L
B8BE 13                INC    DE
B8BF Ø123ØØ            LD     BC,35
B8C2 EDBØ              LDIR
B8C4 C9                RET
```

コマンド待ちのテキスト文字を表示する

```
B8C5 11CAF4   DIDLT:   LD     DE,ØF4CAH
B8C8 7C                LD     A,H
B8C9 CDCDB8            CALL   DIDL1
B8CC 7D                LD     A,L
B8CD F5       DIDL1:   PUSH   AF
B8CE E6FØ              AND    1111ØØØØB
B8DØ ØF                RRCA
B8D1 ØF                RRCA
B8D2 ØF                RRCA
B8D3 ØF                RRCA
B8D4 CDDAB8            CALL   DIDL2
B8D7 F1                POP    AF
```

DELTA−N の値を 16 進のまま指定位置に表示する

```
B8D8 E60F                      AND     00001111B
B8DA C630          DIDL2:      ADD     A,30H
B8DC FE3A                      CP      3AH
B8DE 3802                      JR      C,DIDL3
B8E0 C607                      ADD     A,7
B8E2 12            DIDL3:      LD      (DE),A
B8E3 13                        INC     DE
B8E4 C9                        RET

B8E5 29292929      TPLAY:      DB      '))))) ｻｲｾｲ ﾁｭｳ ((((('
B8E9 2920BBB2
B8ED BEB220C1
B8F1 ADB32028
B8F5 28282828
B8F9 5B535D3D                  DB      '[S]=stop  [4]~[6]=49BAH･･･DELTA-N'
B8FD 73746F70
B901 20205B34
B905 5D7E5B36
B909 5D3D3439
B90D 424148A5
B911 A5A54445
B915 4C54412D
B919 4E
B91A 28282828      TRECD:      DB      '((((( ﾛｸｵﾝ ﾁｭｳ )))))'
B91E 2820DBB8
B922 B5DD20C1
B926 ADB32029
B92A 29292929
B92E 5B535D3D                  DB      '[S]=stop  PRESCALE=00FAH･･･16KHz '
B932 73746F70
B936 20205052
B93A 45534341
B93E 4C453D30
B942 30464148
B946 A5A5A531
B94A 364B487A
B94E 20
B94F 5B505D3D      TWAIT:      DB      '[P]=play  [R]=record  [ESC]=To Basic'
B953 706C6179
B957 20205B52
B95B 5D3D7265
B95F 636F7264
B963 20205B45
B967 53435D3D
B96B 546F2042
B96F 61736963
B973 506C6561      TMOVE:      DB      'Please wait...'
B977 73652077
B97B 6169742E
B97F 2E2E

B981 F5            OUT45:      PUSH    AF
B982 DB44          O45P0:      IN      A,(44H)
B984 07                        RLCA
B985 38FB                      JR      C,O45P0
B987 79                        LD      A,C
```

FM音源ICアドレス(C)に、Aの値を送る
注：ADPCM部では使用しないが、I/Oポート変更の共通ルーチンとして置いてある

```
B988 D344       045P1:  OUT    (44H),A
B98A 3AØØØØ             LD     A,(Ø)
B98D F1                 POP    AF
B98E D345       045P2:  OUT    (45H),A
B99Ø C9                 RET

B991 ØC         WSEND:  INC    C
B992 7D         WSEN1:  LD     A,L
B993 CD98B9             CALL   OUT46
B996 7C                 LD     A,H
B997 ØC                 INC    C              ADPCM部アドレス(C+1)、(C+2)にLの値、
B998 F5         OUT46:  PUSH   AF             Hの値を続けて送る
B999 79                 LD     A,C            注：ADPCM部では、ウェイトは不要
B99A D346       046P1:  OUT    (46H),A
B99C F1                 POP    AF
B99D D347       046P2:  OUT    (47H),A
B99F C9                 RET

B9AØ ØØØØ       NOWAD:  DW     Ø              リードアドレス
B9A2 ØØØØ       NOWMA:  DW     Ø              ライトアドレス
B9A4 □□ *ØØ2Ø   ADBUF:  DS     32             リードバッファ

B9C4 F3         AMOVE:  DI                    割込み禁止
B9C5 ED7337B7           LD     (TOBSC+1),SP   SPの退避
B9C9 31ØØB7             LD     SP,ØB7ØØH      SPの設定
B9CC 2173B9             LD     HL,TMOVE
B9CF 11C8F3             LD     DE,ØF3C8H      転送中のテキスト文字を表示
B9D2 Ø1ØEØØ             LD     BC,14
B9D5 EDBØ               LDIR
B9D7 CD3BB7             CALL   AINIT          I/Oポートの適合化
B9DA CCEØB9             CALL   Z,ADMOV        サウンドボードII装備時は、ADMOVをコール
B9DD C336B7             JP     TOBSC          BASICへもどる

B9EØ 2AØAB7     ADMOV:  LD     HL,(STOPA)
B9E3 ED5BØ8B7           LD     DE,(START)
B9E7 B7                 OR     A
B9E8 ED52               SBC    HL,DE          BC=転送メモリ数(32バイト単位)
B9EA 44                 LD     B,H
B9EB 4D                 LD     C,L
B9EC 2AØEB7             LD     HL,(MOVEA)
B9EF 22A2B9             LD     (NOWMA),HL     転送先がスタートアドレスより若い番地のとき
B9F2 B7                 OR     A              はAMINCへジャンプする
B9F3 ED52               SBC    HL,DE
B9F5 382D               JR     C,AMINC
B9F7 2AØEB7     AMDEC:  LD     HL,(MOVEA)
B9FA Ø9                 ADD    HL,BC
B9FB 22A2B9             LD     (NOWMA),HL
B9FE 2AØAB7             LD     HL,(STOPA)
BAØ1 22AØB9             LD     (NOWAD),HL
BAØ4 Ø3                 INC    BC
BAØ5 C5         AMDLL:  PUSH   BC
BAØ6 CD48BA             CALL   BLINK
BAØ9 CD5CBA             CALL   AREAD
BAØC CDB5BA             CALL   AWRIT
BAØF 2AAØB9             LD     HL,(NOWAD)     LDD的にサウンドメモリの内容を転送する
BA12 2B                 DEC    HL
```

```
BA13 22A0B9               LD      (NOWAD),HL
BA16 2AA2B9               LD      HL,(NOWMA)
BA19 2B                   DEC     HL
BA1A 22A2B9               LD      (NOWMA),HL
BA1D C1                   POP     BC
BA1E 0B                   DEC     BC
BA1F 79                   LD      A,C
BA20 B0                   OR      B
BA21 20E2                 JR      NZ,AMDLL
BA23 C9                   RET

BA24 ED53A0B9   AMINC:    LD      (NOWAD),DE
BA28 03                   INC     BC
BA29 C5         AMILL:    PUSH    BC
BA2A CD48BA               CALL    BLINK
BA2D CD5CBA               CALL    AREAD
BA30 CDB5BA               CALL    AWRIT
BA33 2AA0B9               LD      HL,(NOWAD)
BA36 23                   INC     HL
BA37 22A0B9               LD      (NOWAD),HL       } LDI的にサウンドメモリの内容を転送する
BA3A 2AA2B9               LD      HL,(NOWMA)
BA3D 23                   INC     HL
BA3E 22A2B9               LD      (NOWMA),HL
BA41 C1                   POP     BC
BA42 0B                   DEC     BC
BA43 79                   LD      A,C
BA44 B0                   OR      B
BA45 20E2                 JR      NZ,AMILL
BA47 C9                   RET

BA48 79         BLINK:    LD      A,C
BA49 B7                   OR      A
BA4A C0                   RET     NZ
BA4B 21D4F3               LD      HL,0F3D4H
BA4E 3E55       ASIGN:    LD      A,01010101B
BA50 0F                   RRCA                     } サウンドメモリへ100H×32バイト転送するた
BA51 324FBA               LD      (ASIGN+1),A        びに、テキスト文字の一部が点滅する
BA54 0620                 LD      B,' '
BA56 3802                 JR      C,TSIGN
BA58 062E                 LD      B,'.'
BA5A 70         TSIGN:    LD      (HL),B
BA5B C9                   RET

BA5C AF         AREAD:    XOR     A
BA5D 0E10                 LD      C,10H            } どのフラグもマスクしない
BA5F CD98B9               CALL    OUT46
BA62 3E80                 LD      A,10000000B      } すべてのフラグをリセットする
BA64 CD98B9               CALL    OUT46
BA67 3E20                 LD      A,00100000B
BA69 0E00                 LD      C,0              } サウンドメモリへのアクセスを許可する
BA6B CD98B9               CALL    OUT46
BA6E 3E02                 LD      A,00000010B
BA70 0C                   INC     C                } メモリのタイプをDRAM(×8ビット)とする
BA71 CD98B9               CALL    OUT46
BA74 2AA0B9               LD      HL,(NOWAD)
BA77 CD91B9               CALL    WSEND
```

```
BA7A 23                    INC     HL
BA7B CD91B9                CALL    WSEND
```

リードするサウンドメモリのアドレスをスタートアドレスに、+1したものをストップアドレスとして指定する

```
BA7E CDA8BA                CALL    A6GET
BA81 3E8Ø                  LD      A,1ØØØØØØØB
BA83 ØE1Ø                  LD      C,1ØH
BA85 CD98B9                CALL    OUT46
BA88 CDA8BA                CALL    A6GET
BA8B 3E8Ø                  LD      A,1ØØØØØØØB
BA8D ØE1Ø                  LD      C,1ØH
BA8F CD98B9                CALL    OUT46
```

ダミーリード２回

```
BA92 21A4B9                LD      HL,ADBUF
BA95 Ø62Ø                  LD      B,32
BA97 CDA8BA     ARDLØ:     CALL    A6GET
BA9A 77                    LD      (HL),A
BA9B 23                    INC     HL
BA9C 3E8Ø                  LD      A,1ØØØØØØØB
BA9E ØE1Ø                  LD      C,1ØH
BAAØ CD98B9                CALL    OUT46
BAA3 1ØF2                  DJNZ    ARDLØ
```

リードバッファに32バイトのADPCMデータをリードする

```
BAA5 C3F2BA                JP      CØRES
```

アドレス 0_H の内容をクリアしてリターン

```
BAA8 3EØ8       A6GET:     LD      A,8
BAAA D346       A6PØØ:     OUT     (46H),A
BAAC DB46       A6PO1:     IN      A,(46H)
BAAE CB5F                  BIT     3,A
BABØ 28FA                  JR      Z,A6PO1
BAB2 DB47       A7PØØ:     IN      A,(47H)
BAB4 C9                    RET
```

ADPCMデータをサウンドメモリから読み出す

```
BAB5 AF         AWRIT:     XOR     A
BAB6 ØE1Ø                  LD      C,1ØH
BAB8 CD98B9                CALL    OUT46
```

どのフラグもマスクをしない

```
BABB 3E8Ø                  LD      A,1ØØØØØØØB
BABD CD98B9                CALL    OUT46
```

すべてのフラグをリセット

```
BACØ 3E6Ø                  LD      A,Ø11ØØØØØB
BAC2 ØEØØ                  LD      C,Ø
BAC4 CD98B9                CALL    OUT46
```

サウンドメモリへのアクセスとデータの書き込みを許可する

```
BAC7 3EØ2                  LD      A,ØØØØØØ1ØB
BAC9 ØC                    INC     C
BACA CD98B9                CALL    OUT46
```

メモリのタイプをDRAM(×8ビット)とする

```
BACD 2AA2B9                LD      HL,(NOWMA)
BADØ CD91B9                CALL    WSEND
BAD3 CD91B9                CALL    WSEND
```

転送先アドレスをスタート／ストップアドレスとして指定

```
BAD6 21A4B9                LD      HL,ADBUF
BAD9 Ø62Ø                  LD      B,32
BADB 3EØ8       AWLOP:     LD      A,8
BADD D346       A6PO2:     OUT     (46H),A
BADF 7E                    LD      A,(HL)
BAEØ 23                    INC     HL
BAE1 D347       A7PO1:     OUT     (47H),A
BAE3 DB46       A6PO3:     IN      A,(46H)
BAE5 CB5F                  BIT     3,A
BAE7 28FA                  JR      Z,A6PO3
BAE9 3E8Ø                  LD      A,1ØØØØØØØB
BAEB ØE1Ø                  LD      C,1ØH
```

リードバッファにある32バイトを指定の転送先にライトする

注：1バイトライトするたびに、BRDYフラグが立つことを確認し、さらにフラグのリセットを行わなければならない

```
BAED CD98B9           CALL     OUT46
BAFØ 1ØE9             DJNZ     AWLOP
BAF2 3EØ1     CØRES:  LD       A,1
BAF4 ØEØØ             LD       C,Ø        } アドレス0Hの内容をクリアする
BAF6 C398B9           JP       OUT46
```

第4章

エディタ・アセンブラ『HIT-88』



『HIT-88』は、使いやすいスクリーンエディタを備えた超本格的なエディタ・アセンブラです。その豊富な機能は、市販されているアセンブラに優るとも劣らないものです。したがって、これまで『MF-ASM2』などのREM文形式のアセンブラを使用されていた方、あるいは初めてアセンブラを使用される方は、まずその操作方法をマスターする必要があります。また、すでに市販のアセンブラをお持ちの方でも、本アセンブラの文法上の特徴や用法などを理解するため一通り目を通すようにしてください。

『HIT-88』を使用することにより、少なくとも現在市販されているソフトウェアと同等のものを開発できる環境が整ったことになります。ぜひ豊富な機能を活用し、すばらしいプログラムを創造してください。

なお、基本的な操作方法は常にHELPキーでサポートされていますので、「困ったときはHELPキー」と覚えておきましょう。

1．『HIT-88』の入力方法

『HIT-88』は、HT880(P231)、HT881(P235)、HT882(P247)の全３本のマシン語プログラムから構成されています。それぞれ１つずつ、マシン語モニタのＥコマンドを使ってたんねんに入力していきます。入力が終わったら、ミスがないかどうかP230のリスト4.1のチェックサムプログラムで確認をとってください。

入力の際には次にあげる注意事項を必ず守ってください。

・入力の前に、「CLEAR,&HB5FF」とすること

プログラムの入力だけであれば「CLEAR,&HB6FF」でもいいのですが、実際にプログラムを走らせる場合には、原則として B5FF$_H$ 以前で CLEAR 文を切る必要があります。したがって、これは本アセンブラを使用する際の必要最低条件ともいえます。

・セーブする際、ファイル名を変更しないこと

プログラムは、『HIT-88』の管理のもとで、必要に応じ相互に呼び合っています。その際に、ファイル名「HT880」「HT881」「HT882」を参照していますので、これらのファイル名は変更しないでください。

・プログラムの実行の前に

入力時と同じように、CLEAR 文を B5FF$_H$ 以前で切る必要がありますが、今回はあなたが作成したプログラムのロード・アドレスとも関わってきます。すなわち、あなたが作成したマシン語プログラムをロードできるアドレスは、「0～7FFF$_H$」の裏 RAM と「CLEAR 文を切ったアドレス＋1(例えば B5FF$_H$ ならば B600$_H$)～E5FF$_H$」となります。必要があれば、CLEAR 文をもっと手前で切ってください。

通常は、

```
CLEAR,&HB5FF:BLOAD"HT880",R
```

がプログラムの実行方法です。また、『HIT-88』の管理下から BASIC へもどった場合は、「POLL」と入力するだけで上記の内容を実行できるようになっています。

・オートスタートさせるには

システムディスクの ID セクタに「CLEAR,&HB5FF:BLOAD"HT880",R」を設定しておけば、電源オンあるいはリセットと同時に『HIT-88』が立ち上がるようになります。アセンブラ上ではファイルをオープンしていませんから、オープンファイル数は０でかまいません。ID セクタの書き換え方法については、本体付属のマニュアルに詳しく書かれていますので、そちらを参照してください。

2.『HIT-88』の起動

『HIT-88』が起動すると、画面上部には『HIT-88』が立ち上がったことを示すメッセージが表示され、コマンド待ちの状態になります。

1> ■

左側の数字は、ロード／セーブやアセンブルしたりする際のドライブ番号です。このプロンプトが出たら、『HIT-88』があなたのコマンド入力を待っているという意味です。まず、[HELP]キーを押してみましょう。画面は**写真 4.1** のようになります。

ここに示された内容と、画面をクリアする[HOME CLR]キーがエディタ部でのコマンドのすべてです。各コマンドは対話式になっており、必要に応じてメッセージを表示し、あなたに質問をしてきます。今回にかぎらず、『HIT-88』からのあらゆる質問は24行目(下から2行目)に出てきますから、メッセージに合わせて数値あるいは文字を入力してください。一部の例外を除き、[STOP]キーあるいは[ESC]キーで質問からの回避ができるようになっています。質問によっては[リターン]キーを押す必要がないものもありますが、原則的には[リターン]キーにより質問に応じたとみなされます。ただし、何も入力しないで[リターン]キーを押した場合は、状況に応じて質問からの回避または0を押したものと判断します。では、各コマンドの説明をします。

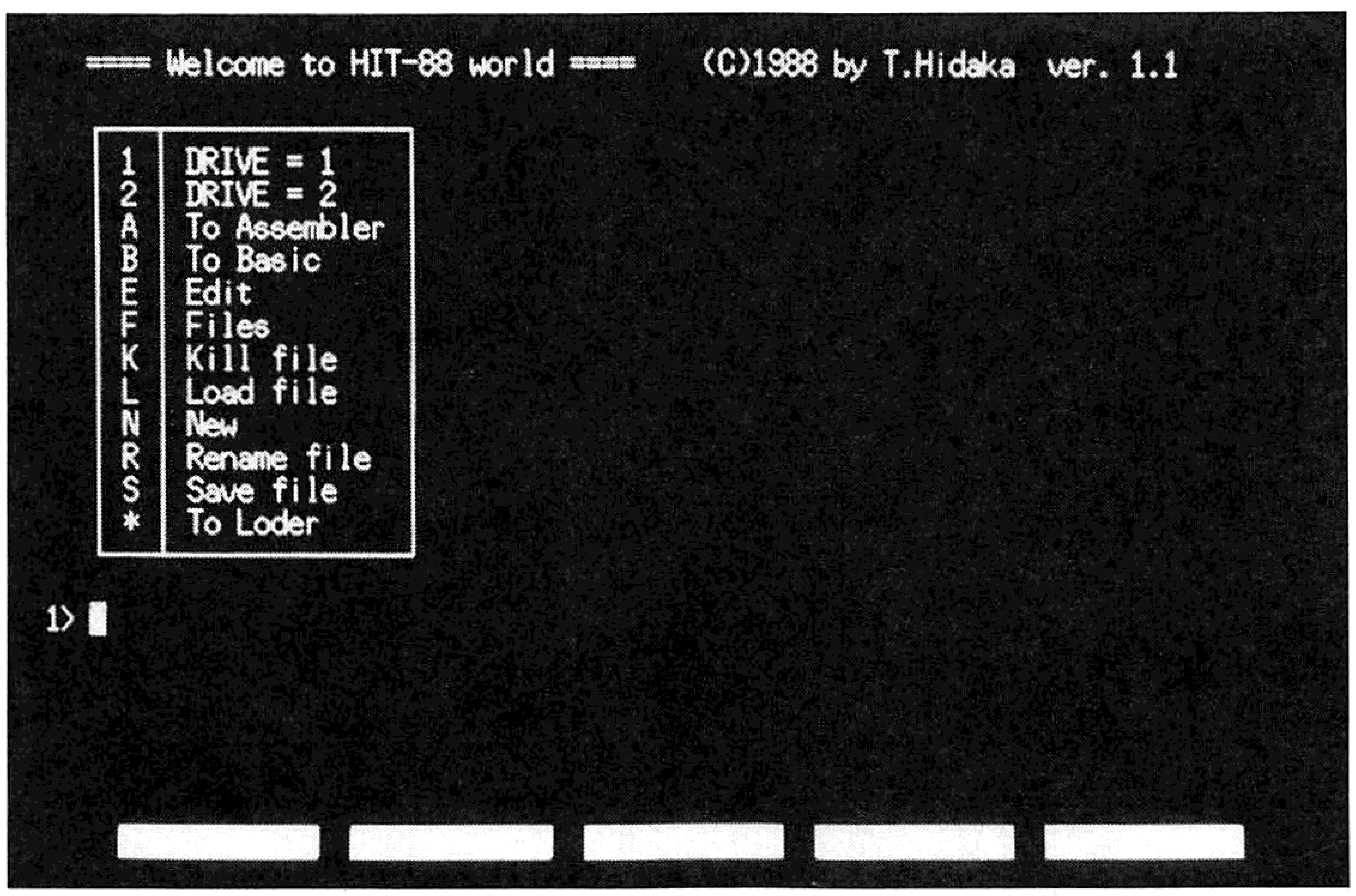


写真 4.1　『HIT-88』でのヘルプ表示画面

・１または２

ロード／セーブ／アセンブルなど、ディスク操作に関するドライブの指定です。ドライブの指定はすべてここで行います。『HIT-88』では、ファイル名の先頭に「2:」などと付けて指定することはできません。

・A (To Assembler)

アセンブラを起動し、アセンブラのコマンド受け付けモードになります。エディット後にセーブをしていなかったりすると、確認の質問（Y以外は拒否）をしてきます。

・B (To Basic)

『HIT-88』を終了し、BASICへもどります。エディット後にセーブしないと、確認の質問をしてきます。BASICからは、「POLL」と入力することにより『HIT-88』の世界へ再び入ることができます。

・E (Edit)

エディタに入り、テキスト（ソース・プログラム）をスクリーンエディットします。テキストの何行目にポインタ（カーソル行）を持っていくかを聞いてきますので、数値で答えてください。リターンキーだけの場合、いったんエディットした後であればその行へ、そうでない場合は最下行へポインタを移します。

・F (Files)

指定されたドライブの全ファイルを表示し、最後に空きクラスタ数を表示します。

・K (Kill file)

指定されたドライブにあるファイルを削除（KILL）します。ファイル名を聞いてきますので、間違いのないよう入力してください。

・L (Load file)

指定されたドライブにあるテキストファイルをロードします。ロードできるファイル名を番号順に表示しますので、番号で入力してください。もし、すでにエディット中のテキストがある場合は、確認のうえエディット中のテキストの最後部へアペンドしてロードします。ロードの途中でテキストエリアがフルになった場合は、その時点でロードが中断されます。また、テキストがクリアされた状態でロードした場合には、そのファイル名が次にセーブするときのファイル名として記憶されます。

・N (New)

テキストエリアをクリアします。記憶されていたファイル名なども同時にクリアされます。エディット後にセーブしないでクリアしようとすると、確認があります。

・R (Rename file)

指定されたドライブのファイル名を変更します。現在のファイル名を入力しリターンキーを押すと「→」と出ますから、続けて新しいファイル名を入力してください。

・S (Save file)

テキストエリアにあるデータを、指定されたドライブのディスクにセーブします。『HIT-88』のテキストファイルはディスクにセーブされた状態において、『DUAD-88D』などのアスキー形式のファイルと互換性があります。

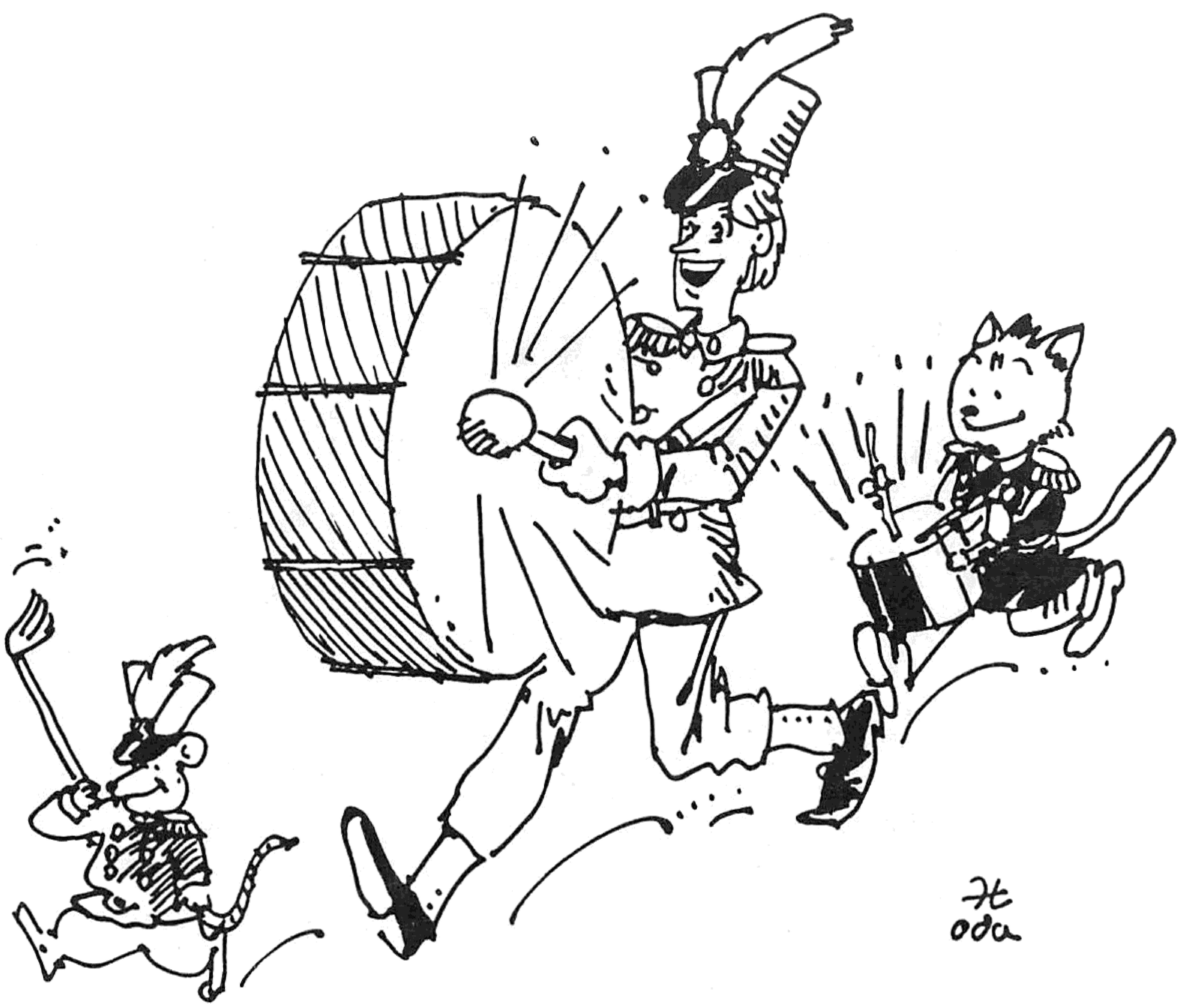
ただし、『HIT-88』のエディタは、通常の書式(本書のような形態)で書かれたソースリストに対し、市販のものより長大なプログラムが組めるように設計されています。『HIT-88』のテキストエリアをフルに使用したような場合、同じテキストが『HIT-88』以外のアセンブラ(エディタ)ではメモリオーバーとなり、ロードできないことがあります。

・＊(To Loader)

『HIT-88』でアセンブルし、ディスクにセーブされたオブジェクトファイルをメモリ上にロードします。ローダーはアセンブラのプログラムに入っていますので、ローダーを起動後に中止した場合は、アセンブラのメニュー画面となります。

エディット後にセーブせずにローダーを起動しようとすると、ローダーに移っていいかどうか確認があります。

なお、『HIT-88』でアセンブルした直後にメモリへロードする場合は、オブジェクトファイルをディスクに作成する必要はありません。



3.『HIT-88』スクリーンエディタ

コマンド待ちの状態から、[E]キーを押してスクリーンエディタに入ると、**写真4.2**のような画面が現れます。**図4.1**がエディタの画面構成です。

上下のラインで囲まれた部分が、ソースリストをエディットするスクリーンです。ただし、エディット中は必ず次のラインが見えるように最下段(23段目)にはカーソルが移動できないようになっています。また、『HIT-88』では現在カーソルのあるラインをポインタ行(または単にポインタ)と呼び、エディット中にその位置を記憶しておきたいラインがあれば、マーカー(アンダーライン)を付けて覚えておくことができます。マーカーは4つまで指定でき、マーカー以前で行の追加や削除があった場合はマーカーの行番号も自動的に変化します。

キー入力に際しては、大文字と小文字の判断([CAPS]による指定)が通常とは逆になりますが、これは『HIT-88』では大文字が入力の基本(ニーモニックは大文字のみ有効)となっているからです。

エディタでは、いくつかのキーに特別な機能が割り当てられています。これらはスクリーンエディタの心臓部にあたる重要な部分です。では、これからその説明をします。

■ 特殊な意味を持つキー

最初は、ファンクションキーと[HELP]キーについてです。ファンクションキーの内容は、画面下部に常に表示されています。

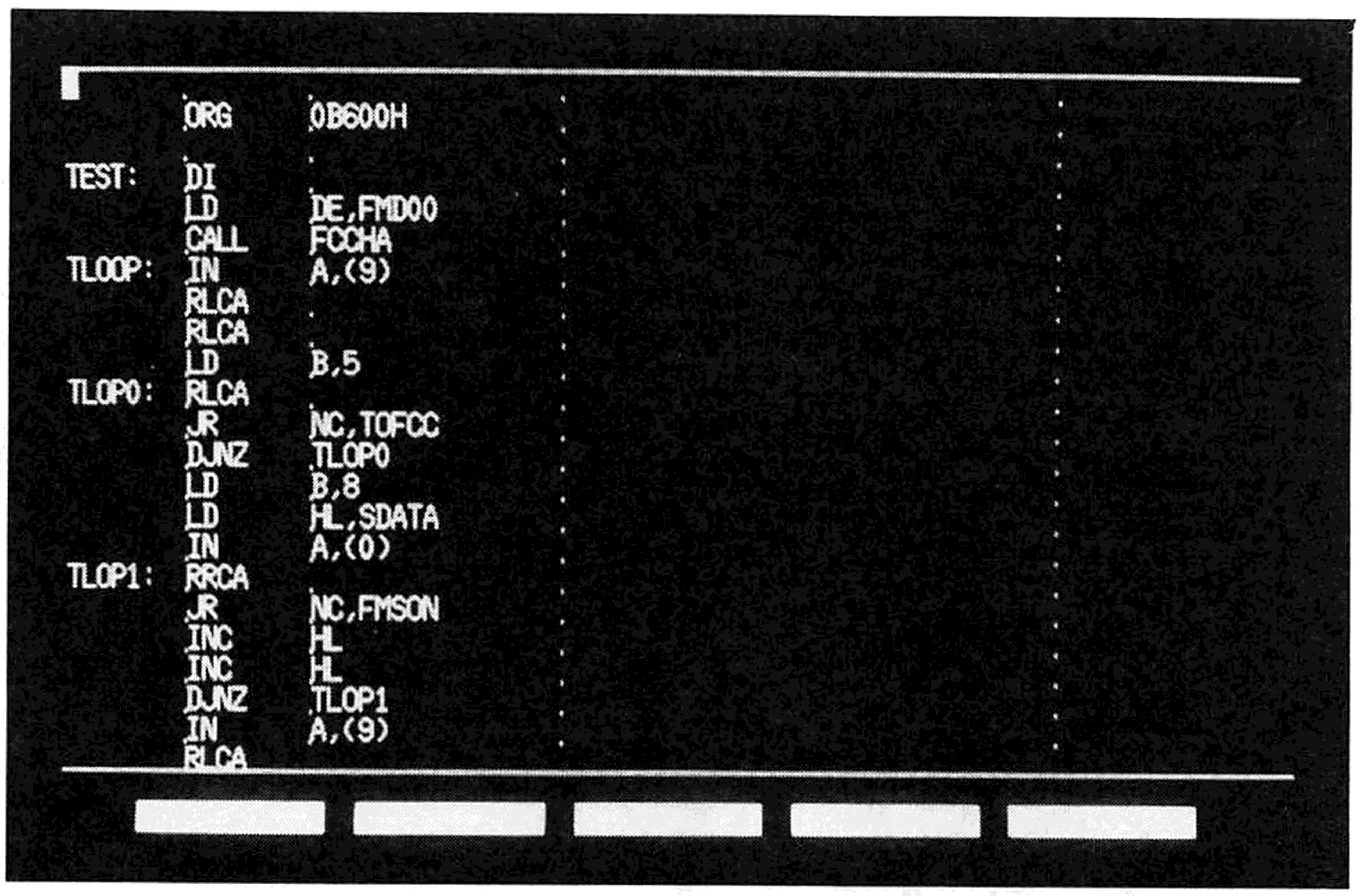
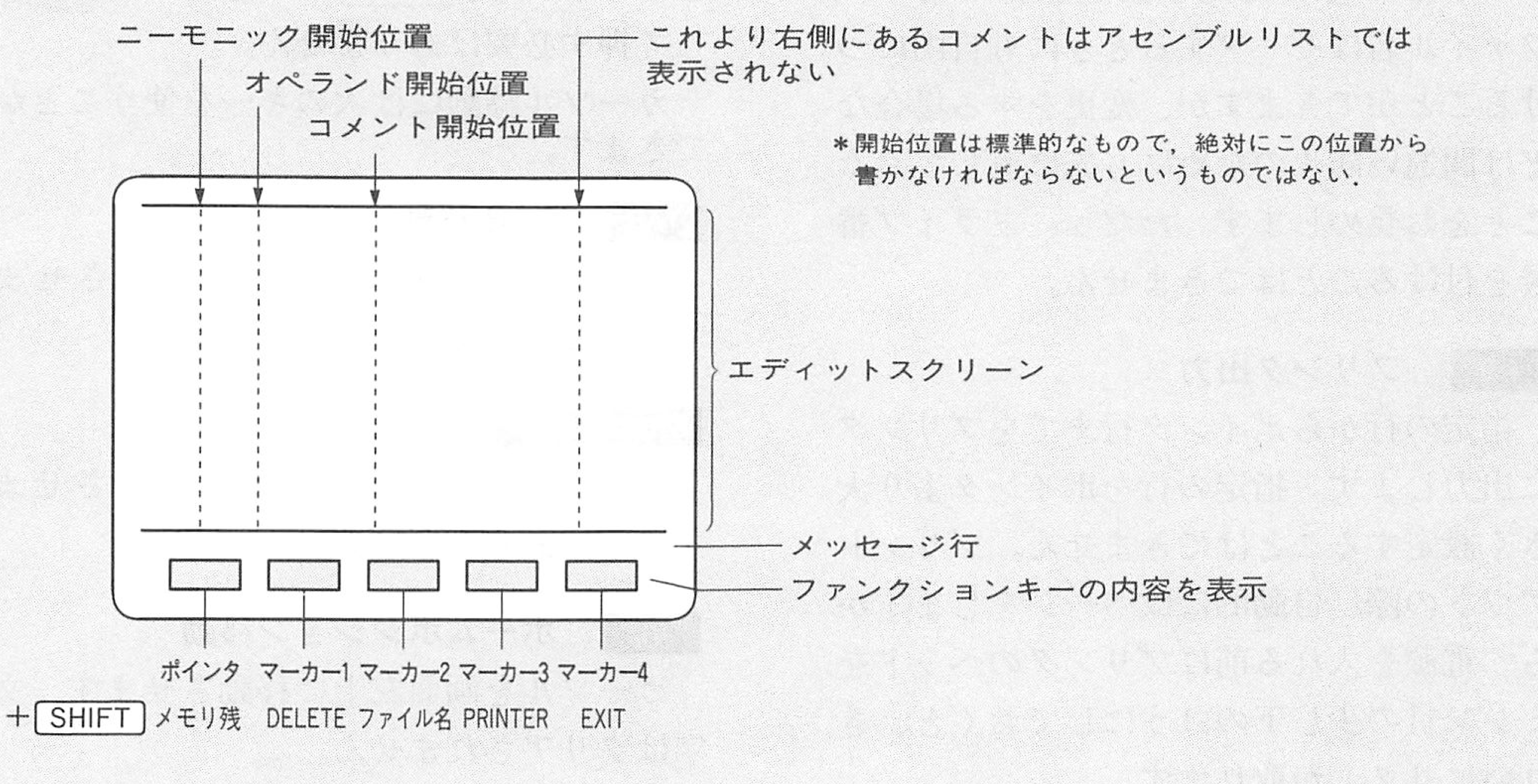


写真4.2　エディタの画面写真

図4.1 エディタの画面構成



f･1 指定行へのジャンプ1

ポインタ行の変更をするときに使います。押すと同時に「POINTER =」と聞いてきますから、数値あるいはマーカー(f･2 ～ f･5)により移動先を指定してください。単に リターン とした場合は0行目への移動を意味します。

f･2 ～ f･5 マーカーの設定／解除

マーカーの設定／解除を交互に行います。解除とは0行目を意味しますので、0行においてはマーカーの表示(アンダーライン)はありません。また、行番号の入力を促されているときにマーカーを押すと、その行番号を入力したことになりますが、間違い防止のため リターン キーは別に押すようになっている場合もあります。

f･6 指定行へのジャンプ2

キーの能力としては f･1 と同じですが、こちらは、画面にエディットできるテキストエリアの残りバイト数を表示します。テキストエリアの残りが512バイトを切ると、ファンクションキー表示部分が赤くなりますので、その場合は残りのメモリ数に注意しながらエディットしてください。

f･7 指定行の削除

行単位でエディット中のテキストを削除します。削除されるのは指定された行から現在のポインタまでですが、指定の行をポインタより大きく設定することはできません。「DELETE from =」と聞いてきますから、行数あるいはマーカーで行を指定してください。

f・8　**ファイル名の設定**

ファイル名の変更や設定を行います。ファイル名はセーブするときにも自由につけることができますが、変更をする場合などは間違い防止のためにも先に直しておくことをお奨めします。ただし、ドライブ番号を付けることはできません。

f・9　**プリンタ出力**

指定の行からポインタ行までをプリンタに出力します。指定の行をポインタより大きく設定することはできません。プリントアウトの際、自動的に改ページをしますから、電源を入れる前にプリンタのヘッドをミシン目の少し下のほうにしておくと、きれいにリストが取れます。

f・10　**エディット終了**

エディットを終了し、『HIT-88』を立ち上げたときのコマンド受け付けモードに移行します。

HELP　**ヘルプ**

エディット中に使用可能なコントロールコードの内容を表示します。ただし、ファンクションキーがMSLのコマンドとして登録されている場合は、MSLの概要を表示します。

■ カーソル移動に関するキー

次にカーソル移動に関するキーについてですが、『HIT-88』のエディタは操作性を向上させるために、BASICの仕様とは若干違った設計になっています。まず、行の単位は80文字が最大となっており、たとえ見かけ上2行にわたって入力があっても、データ的には新たな行への入力とみなされます。また、行の終わりは最後の文字がある桁ですから、［リターン］キーを行末の合図として押す必要はありません。

カーソル移動には次のキーを使うことができます。

TAB　**TAB移動**

カーソルを8桁単位で右に移動させます。下にある文字は消えません。

STOP **ESC**　**左端移動**

カーソルを同じ行の左端に移動させます。下にある文字は消えません。

HOME CLR　**ホームポジション移動**

カーソルを画面左上に移動させます。文字はクリアされません。

SHIFT　**カーソル移動速度の変更**

［←］［→］［↑］［↓］［ROLL UP］［ROLL DOWN］などと同時に押したとき、カーソルの移動速度やスクロールの速度が速くなります。

リターン　**改行**

マシン語のソースリストはTAB付けされることが多く、行の先頭がマチマチになりがちです。そこで［リターン］キーによる改行では、次の行に文字があればその先頭位置にカーソルが移動するようになっています。文字がない場合は、上の行（［リターン］を押された行）の先頭の文字位置にカーソルは移動します。ただし、この機能はコントロールキー操作（［CTRL］＋［R］）によりキャンセルすることもできます。

このほか、［INS］キーについては1行の範囲内でBASICと同様の働きをしますが、［DEL］キーに関しては［BS］キーと別々になっているPC-8801FH以降の機種

では、カーソルバックのない1文字削除ができるようになっています。

■ コントロールキー

ここまで説明してきたことは、主に本エディタにおける入力に関する基本的な操作についてです。実際にマシン語のソースリストを作成する場合は、これから説明する「コントロールキー操作」による機能が重要な部分です。これらは、もはやBASICにはまったくない機能ばかりですから、初めて本格的なスクリーンエディタを使用される方はとまどうかもしれません。しかし、大きなプログラムを組む場合にはどれ1つとして欠くことのできない機能ですから、少しずつでも使い慣れていってください。

CTRL + J　1行挿入

ポインタ行に空白行を1行挿入します。

CTRL + K　1行削除

ポインタ行を1行削除します。削除した行は復活できません。

CTRL + C

コピーバッファ(1)へ1行複写

ポインタ行の内容をコピーバッファ(1)に記憶します。ポインタは1行下がりますので、連続して記憶していくことができます。行単位のコピーに適しています。

CTRL + X

コピーバッファ(1)へ1行退避

ポインタ行の内容をコピーバッファ(1)に記憶すると同時に、ポインタ行を削除します。行単位の移動に適しています。

CTRL + Z

コピーバッファ(1)から1行復帰

コピーバッファ(1)に記憶してある内容を、1行単位でポインタ行に挿入していきます。実行するたびに古い記憶のものが出てきますので、行の移動やコピーが簡単にできます。コピーバッファ(1)のメモリ容量は16Kバイトありますから、たとえテキストエリアをフルに使用したプログラムでも、約半分は記憶できることになります。また、仮にコピーバッファがフルになったとしても、消えるのはもっとも古いデータからですから、記憶自体はループしながら無限に続けることができます。

CTRL + Y

コピーバッファ(1)から1行複写

最後に記憶したコピーバッファ(1)の内容を、1行単位でポインタ行に挿入していきます。同じ内容の行をたくさん作るというときに適しています。

CTRL + W

コピーバッファ(2)へブロック複写

指定した行(最初に何行目からかを聞いてきます)からポインタ行までを、まとめてコピーバッファ(2)へ記憶します。行の指定は数値あるいはマーカーでできますが、ポインタ行以前からでなければなりません。コピーバッファ(2)のメモリ容量は12Kバイトで、メモリオーバーの場合はメッセージで知らせてくれます。そのようなときは2度に分けて記憶したり、コピーバッファ(1)と併用するなどしてください。なお、記憶する内容は毎回更新されます。

CTRL + O

コピーバッファ(2)からブロック複写

ポインタ行の次の行以降に、コピーバッファ(2)に記憶してある内容をまとめて挿入します。したがって、以前から存在している内容はその後ろに繰り延べられます。ただし、テキストエリアの空きがコピーバッファ(2)で記憶しているメモリ数より少ない場合は「MEMORY SHORT!!」のメッセージがあり、記憶の内容を取り出すことはできません。

CTRL + E

コピーバッファ(3)へワード退避

カーソルからその行の右端までの内容をコピーバッファ(3)に記憶し、同時にカーソル以降を消去します。コピーバッファ(3)は4Kバイトをループさせながら使用しますので、誤って消去した場合でも安心です。また、この機能を応用して、1行を複数の行に分割することも可能です。

CTRL + A

コピーバッファ(3)からワード復帰

コピーバッファ(3)にある内容をカーソル以降へ表示します。ただし、それまでカーソルの右側に表示されていた内容はすべて消えてしまいます。実行するたびに古い記憶のものが出てきます。

CTRL + Q

コピーバッファ(3)からワード複写

最後に記憶されたコピーバッファ(3)の内容をカーソル以降へ表示します。常に最後に記憶された内容だけが出てきますから、同じものを複数の行に表示させることができます。

CTRL + F　文字列サーチ移動

ポインタの次の行から指定の文字列を捜し出し、その行へポインタを移動させます。「FIND WORD =」と聞いてきますので、捜したい文字列を入力してください。その際、文字列にスペースを含むことはできません。また、単に リターン キーだけを入力した場合には、最後にサーチした文字列が入力されたものとみなします。

CTRL + S　文字列サーチ

ポインタの次の行から指定の文字列を捜し出し、その行番号と内容を画面に表示します。画面がフルになったり、すべてをサーチし終えると「HIT SPACE or INPUT POINTER =」というメッセージが出ますから、数値または スペース キーでそれに答えてください。スペースの場合、サーチの残り行があればそれを表示し、なければ再度サーチを繰り返します。また、単に リターン キーを押した場合は0行でなく現在のポインタ行へもどります。なお、サーチ文字列としての記憶やスペースを含めないなどのルールは CTRL + F のときと同様です。

CTRL + G　文字列置換

ポインタの次の行から、指定の文字列を別の文字列に置き換えます。文字列には、「スペースが含めない」「文字数が同じでなければならない」という条件があります。実際には、新しい文字列の数が元の文字列の数より少ない場合は、自動的に少ない部分に空白が入ります。その逆の場合は、新しい文字列の先頭から、元の文字列と同数分だけが有効となります。変更に際しては「CHANGE WORD =」と聞いてきますか

ら、まず古い文字列を入力し リターン キーを押します。すると文字列に続いて「→」が表示されますから、新しい文字列を入力してください。そのとき、中止のつもりで リターン キーを押すとすべて空白に変換されてしまいますので、中止は必ず STOP キーか ESC キーで行ってください。

CTRL + I　ラベル行表示

ポインタの次の行から、ラベルのある行すべてを表示します。画面がフルになったり、ラベル行の表示が完了したときは CTRL + S と同じメッセージが出ますので、スペースあるいは数値を入力してください。リターン キーの場合は、元のポインタ位置となります。

CTRL + U　前ページへ移動

ポインタを23行マイナスして、画面に前のページの内容を表示します。最上行より上へは行けません。

CTRL + N　次ページへ移動

ポインタを23行プラスして、画面に次のページの内容を表示します。最下行より先へは行けません。

CTRL + B　最下行へのジャンプ

ポインタをテキストの最下行へ移動します。

CTRL + M

ファンクションキー内容切り換え

ファンクションキーの内容をMSLの一部に置き換え、MSLのデータ入力を容易にします。これには2種類の内容が用意されており、通常のファンクションキーのモードと合わせると、3種類の内容が順番に定義されるようになっています。この3種類のモードは本コントロールキーを押すたびに変わっていきます。

CTRL + R

リターンキーのモード変更

リターン キーによるカーソルのもどり位置(次の行)を、エディットに便利なメモリモードと、常に先頭に来るノーマルモードとで交互に切り換えます。

CTRL + D

スクリーンラインの表示

エディットスクリーン上にある点線や画面の上下ラインのオン／オフを交互に行います。

以上が、『HIT-88』スクリーンエディタの操作方法です。操作中には、ここに紹介していないメッセージも出てくるかもしれません。しかし、すべてわかりやすいものばかりですから、素直にメッセージに従うようにしてください。また、冒頭に述べたように、このエディタはかなり大きめのテキストを作成できるようになっています。とはいえ、メモリには限界がありますから、ファンクションキー表示部分が赤くなったら、テキストの分割を考えてください。なお、限界を越えてまで入力すると、その行は削除されるようになっています。

4.『HIT-88』アセンブラ文法

このアセンブラはザイログ社のZ80ニーモニック用アセンブラであると同時に、いくつかの特殊な専用書式を用意しています。ただし、ほとんどが一般のアセンブラと同じ傾向のものですから、これまでアセンブラを使用したことがある方は、それほどの違和感を覚えることはないでしょう。

まず、プログラムの書式ですが、1行は最大80文字までとなっており、命令は1行に1つだけ、かつ大文字だけが使用を許されています。コメントに対しての文字の制限はありません。

次に一般的な書式と注意点を示します。

・アセンブラのソース･プログラムの書式は次の通りです

ラベル:ニーモニック　オペランド;コメント

・行の先頭が「＊」または「；」のときは、コメント行と判断します
・行の先頭がスペースでなければ、ラベル行と判断します
・ラベルの後は、「：」で区切ります
・ニーモニックとオペランドの間は、１スペース以上開けなければなりません
・複数のオペランドがある場合は、間を「,」で区切ります
・ニーモニックとオペランド、あるいはオペランドとオペランドの間のスペースは、いくらあってもかまいません
・「；」以降は、すべてコメントと判断します



■ ラベル

使用可能な文字数は最大7文字までですが、次に示すレジスタ名とコンディション・コード名はラベルとして使用できません。ただし、ラベルの一部としてなかに含まれる場合や小文字であれば使用可能です。

A, B, C, D, E, H, L, I, R
AF, BC, DE, HL, IX, IY, SP
Z, C, NZ, NC, P, M, PE, PO

また、ラベルと数値とを区別するため、ラベルの先頭を0～9、および「'」(アポストロフィ)で開始することはできません。同様に、ラベルを正確に把握するため「, ＋－＊：；()＄」および空白をラベルに含むこともできません。それ以外のものであれば、英文字の大文字小文字を区別して使用したり、カナ文字やグラフィック記号を使用してもかまいません。

ラベルの値は、EQU命令のときはオペランドの値、それ以外のときはその書式のある先頭アドレス(実アドレス)の値となります。なお、EQU命令のオペランドにラベルを含む場合は、そのラベルはすでに定義済みでなければなりません。

■ ニーモニック

命令の書式はZ80ニーモニックに準拠していますが、従来のアセンブラと同じようにいくつかの相違点があります。なお、命令はすべて大文字で表記しなければなりません。

・相対ジャンプ(JR、DJNZ)命令では、そのオペランドに「e」というディスプレイスメント(変位値)を与えることになっていますが、ここではアドレス(ラベルでも可)で記述することにし、ディスプレイスメントの値はアセンブラ側で行います。

例)

```
JR     0D500H
JR     NZ,$-2
DJNZ   LOOP
```

・IN／OUT命令は次のように記述します。

例)

```
IN     A,(n)
OUT    (C),r
```

・「EX AF,AF'」は「EX AF,AF」として、「'」を省略することが可能です。

・LDI、LDD命令については、その後にオペランドの形で数値(0～255)を置くことで、その命令がその数だけ連続していることを意味します。ただし、0のときはオブジェクトが生成されません。また、その数にラベルを含む場合はすでに定義済みでなければなりません。

例)

```
LDI           ……①
LDD    30     ……②
LDI    5      ……③
```

①通常の書式。
② LDDが30個連続して生成される。
③ LDIが5個連続して生成される。

■ オペランド

オペランドには、レジスタ名やコンディション・コードがくる場合と、数式の場合があります。ここでは、『HIT-88』で表現できる数式について説明します。数式は、次に示す定数またはそれらを演算子(＋－＊)で結んだものでなければなりません。演算子はかけ算(＊)にのみ優先権があり、そのほかの演算は出てきた順に計算されます。カッコなどで優先順位を付けることはできません。

・16進定数

0～9とA～Fで表し、数値の最後には「H」を付けます。また、A～Fで始まる数値の場合は先頭に「0」を付けます。

・10進定数

通常の表記法と変わりません。

・2進定数

0と1だけで表し、数値の最後には「B」を付けます。

・文字列定数

アポストロフィ(')で囲まれた文字列は、そのアスキーコードが値となります。アポストロフィ自体を文字列中で表したい場合は、「''」と2つ連続させます。

・ラベル

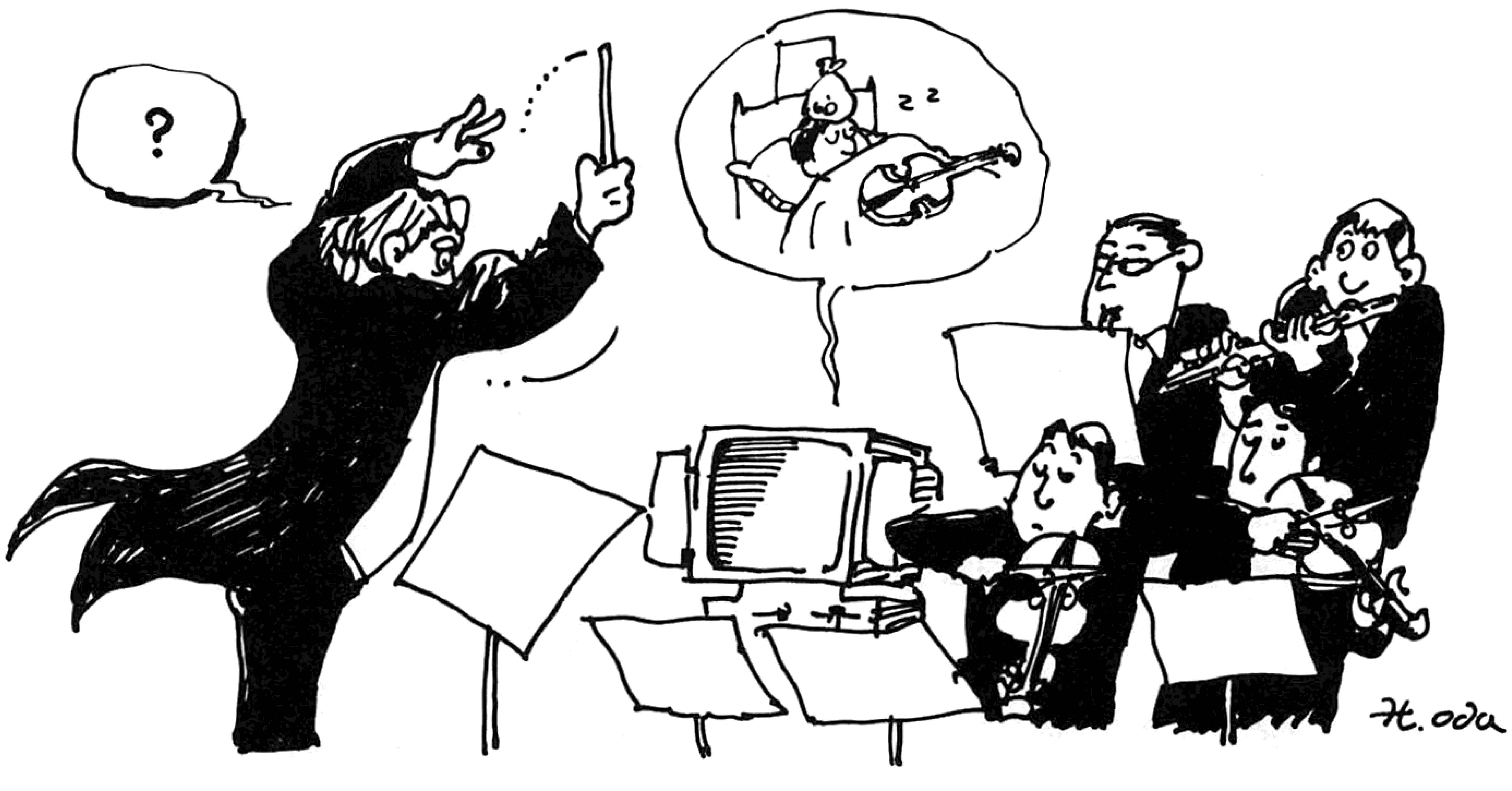
そのラベルに定義された値を与えます。インデックス・レジスタの変位値にもラベルを含んだ数式で記述することができます。

例)

```
LABEL:  EQU  16
        LD   A,(IX+LABEL-1)…①
```

①「LD　A,(IX＋15)」と同じ意味となります。

特殊な用法としてラベルの最後に「.R8」を付けて、そのラベルの上位8ビットと下



位8ビットの値を入れ換えることができます。

例)

```
LABEL:  EQU   1234H
        LD    HL,LABEL.R8   ……①
```

① HL の値は 3412H となる。

・$

現在アセンブル中の書式の実アドレスを与えます。

・$$

現在アセンブル中の書式が、メモリ上にロードされたときのアドレス(ロード・アドレス)を与えます。

・特殊例

オペランドの取りうる値より定数のほうが大きかった場合、下位の有効桁数分の値が与えられます。

例)

```
LABEL:  EQU   123456H   ……①
        LD    A,LABEL   ……②
```

① LABEL の値は 3456H となる。
② A の値は 56H となる。

文字列定数に演算子を続けた場合、演算は文字列の最後の文字と行われます。

例)

```
'ABCDE'+2
```

'ABCDG'と同じ意味となる。

■ 擬似命令

アセンブラに対して情報を与える命令で、以下のようなものがあります。

・ORG　nn1,nn2

オペランドnn1はマシン語コードを生成するアドレス(実アドレス)を意味します。これに対し、オペランドnn2は生成されたマシン語をメモリ上にロードするときのアドレス(ロード・アドレス)を意味します。実アドレスとロード・アドレスが同じ場合は、nn2(カンマ以降)を省略してかまいません。作成するプログラムがロード不可能な場所(DISK BASICのプログラムエリアやワークエリアの部分など)であったり、ディスクユニット内のプログラムを作成するときなどにnn2の存在は効果的です。

例)

```
ORG   9000H,0C000H
```

作成するプログラムは9000Hからで、メモリへのロードはC000Hからとなります。ORG命令のないプログラムは見かけ上0番地から作成されたようになりますが、メモリへのロードはできません。プログラムの先頭には必ずORG命令を置いてください。また、「nn1,nn2」をラベルを使用して記述する場合、そのラベルはすでに定義済みでなければなりません。

なお、ORG命令はトータルで62個まで置くことができます。

・EQU　nn

ラベルの後に記述することで、ラベルに対しnn(16ビットの値)を与えます。nnの

値にラベルを使用する場合、そのラベルはすでに定義済みでなければなりません。

・DB　n

1バイト単位でデータの設定ができます。nはカンマで区切ることにより行内にいくつでも書くことができます。nが数式の場合、16ビット長で計算された結果の下位8ビットの値となります。ただし、数式の最初がアポストロフィで囲まれた文字列である場合には、各文字のアスキーコードが与えられます。

例）

```
DB   'HIT-88'+1,0
DB   'H','I','T','-','8','9',0
```

この２行の意味は同じです。

・DW　nn

2バイト単位でデータの設定ができますが、メモリには上位8ビットと下位8ビットが入れ換わって入ります。nnはカンマ(,)で区切ることにより行内にいくつでも書くことができます。nnが文字列の場合、最後の２文字が有効となります。nnが１文字あるいは１バイトで記述されていた場合には、上位8ビットに0が入ります。

例）

```
DW   1234H,5678H   ……①
DW   5             ……②
```

①メモリには34H,12H,78H,56Hと入る。
②メモリには05H,00Hと入る。

・DS　nn

nnで示されるバイト数だけメモリを確保します。内容は不定です。nnの中にラベルが含まれる場合には、すでに定義済みでなければなりません。

例）

```
DS   50
```

メモリを50バイト確保。すなわち、次にプログラムがあれば、アドレスが50バイト飛ぶことになる。

・DUP　n,nn

メモリ上にn(8ビットの数値)をnn個生成します。つまり、DS命令ではメモリの内容が不定でしたが、この命令ではメモリの内容をnに固定できるわけです。nが数式の場合、下位8ビットが有効となります。また、nnにラベルが含まれる場合は、すでに定義済みでなければなりません。

例）

```
DUP   0,50
```

メモリを50バイト確保し、中身を0で埋める。

・END

アセンブラに対しプログラムの終了を指示します。これ以降にあるプログラムはアセンブルされません。

5.『HIT-88』アセンブル手順

ソースリストの作成が終わったら、今度はそれをアセンブルしなければなりません。エディタのメニューから[A]を選ぶと、プログラムはアセンブラへと移ります(**写真 4.3**)。

実際にアセンブル作業に入るには、ここで再び[A]を選択します。それ以外のキーについては、[E]がエディタ部のコマンド待ちへもどるという意味である以外は、エディタ部と共通です。

[A]を選択すると、画面にはアセンブル可能なソース・プログラムのファイルのみが番号順に表示されます。例えば、指定のドライブが2であると仮定し、中には次のような3つのソース・プログラムがあったとします。

```
2>   ASSEMBLE
1:list1   e      2:list2   e      3:list3   e
```

ファイルの拡張子として付いている「e」は、『DUAD-88D』などでは強制的に付けられてしまいますが、『HIT-88』では付けても付けなくても、あるいは「h」などと独自の拡張子を付けてもかまいません。ここでは、単にほかのファイルと区別をするため、拡張子「e」を付けてセーブされたものとします。

ファイルがこのように表示されると、画面下部のメッセージ欄には、

```
INPUT FILE NUMBER =
```

と表示されます。ここで、アセンブルしたいファイルの番号を入力してやればいいのです。

もし、複数のファイルを「連結アセンブル」したい場合は、番号と番号の間にスペースを置いて指示します。最大で16個までのファイルを連結してアセンブルすることが

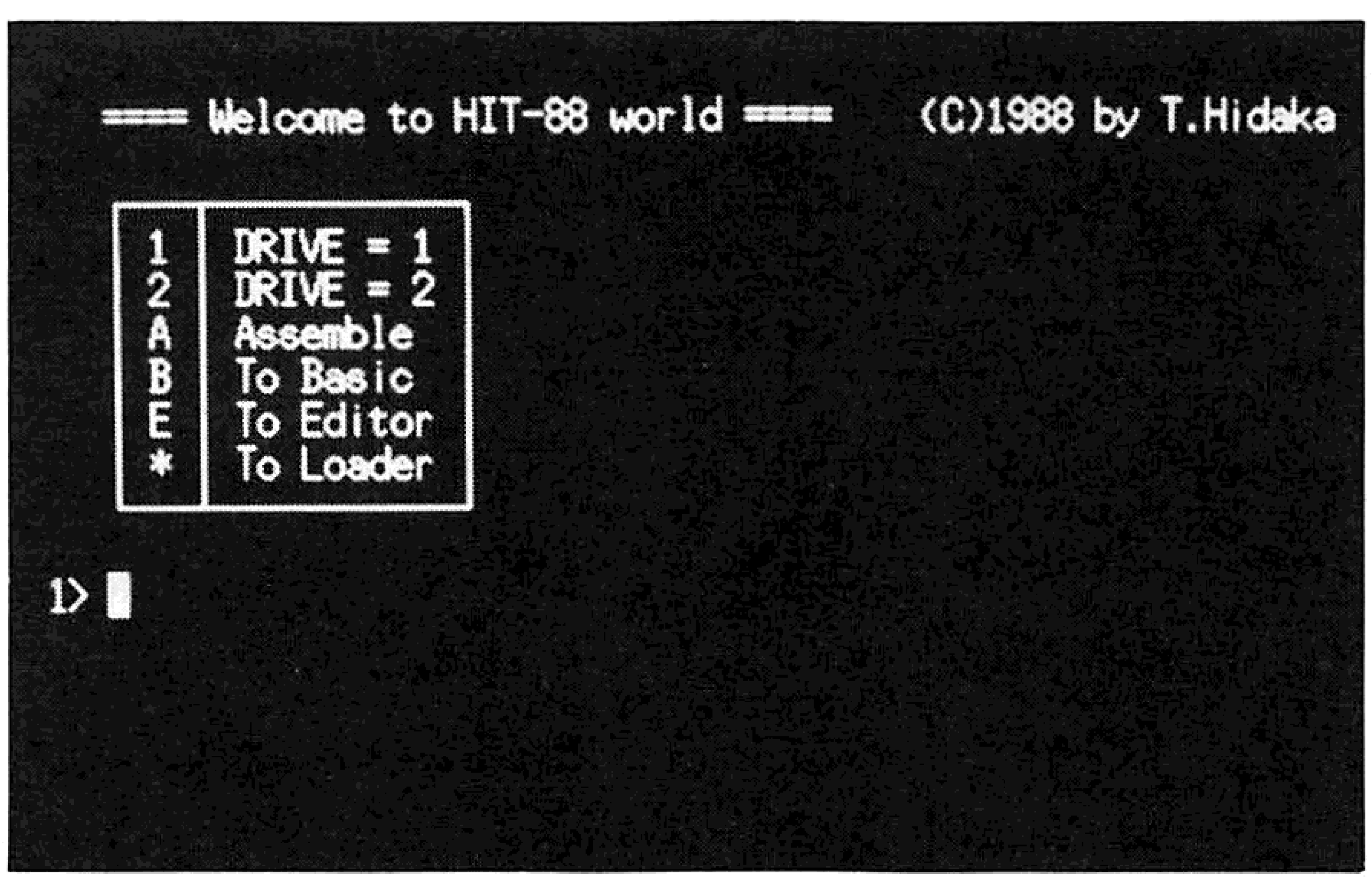


写真 4.3　アセンブラの起動画面

できます。一度にアセンブル可能なプログラムの長さは最大で32Kバイトです。しかし、実際にはプログラムだけで32Kバイトを越えるということはまずありませんから(BASIC ROMでさえ32Kバイトです)、実用上の問題はないでしょう。

入力した番号に不備がなければ、次に「PASS-1」と表示されてから、画面最下行に再びメッセージが現れます。

SET MSL LABEL (Y/else) =

これは、MSLを使用してサウンド・プログラムを組んだ場合にのみ関係があります。『HIT-88』では、MSLのラベルをいちいちソースリスト上に書かなくてすむように、すでにラベルを準備してあるのです。したがって、『HIT-88』でアセンブルする場合は、MSLのラベルを定義しなくても、ここで[Y]と入力するだけですむわけです。もちろん、すでにMSLのラベルを定義してある場合や、MSLを使用していないプログラムの場合は、単に[リターン]キーを押してこの質問を無視します。MSLをソースリスト上で定義してあるのに、ここで再定義するとエラーとなります。

『HIT-88』はここからアセンブル作業に入ります。そして、ソース・プログラム上にエラーがあった場合には、エラーの内容を示す記号と行番号、およびその内容が表示されます。このとき、プリンタのスイッチがオンになっていると、エラーの内容は自動的にプリンタにも出力されます。エラーを示す記号の意味は次のようになっていますので、エラーが出なくなるまでエディタにもどり、修正を加えます。

ERROR-A	文法に関するエラー
ERROR-B	オペランドに関するエラー
ERROR-C	命令やその記述法に関するエラー
ERROR-D	ディスプレイスメント(JRやインデックス・レジスタの変位値)エラー
ERROR-E	ラベルの未定義エラー
ERROR-F	ラベルの多重定義エラー
ERROR-G	ラベルの定義過多エラー(2341個以上のラベルを定義した)
ERROR-H	オブジェクト・オーバーエラー(オブジェクトが32Kバイトを越えた)

同一行における複数のエラーや、『HIT-88』で推定した以外のエラーの場合、正確なエラー記号を選択するとはかぎりませんので、記号に惑わされず、エラーがあった行はよくチェックしてください。アセンブルは[ESC]キーにより一時停止(再開は[SPACE]キー)できますので、大量のエラーが出現したときは、エラー表示が画面の外へ消えてしまう前に、一時停止させながら確認すると便利です。アセンブルの中断は[STOP]キーです。その際、アセンブル中のファイルの残りを空読みしますので、少し

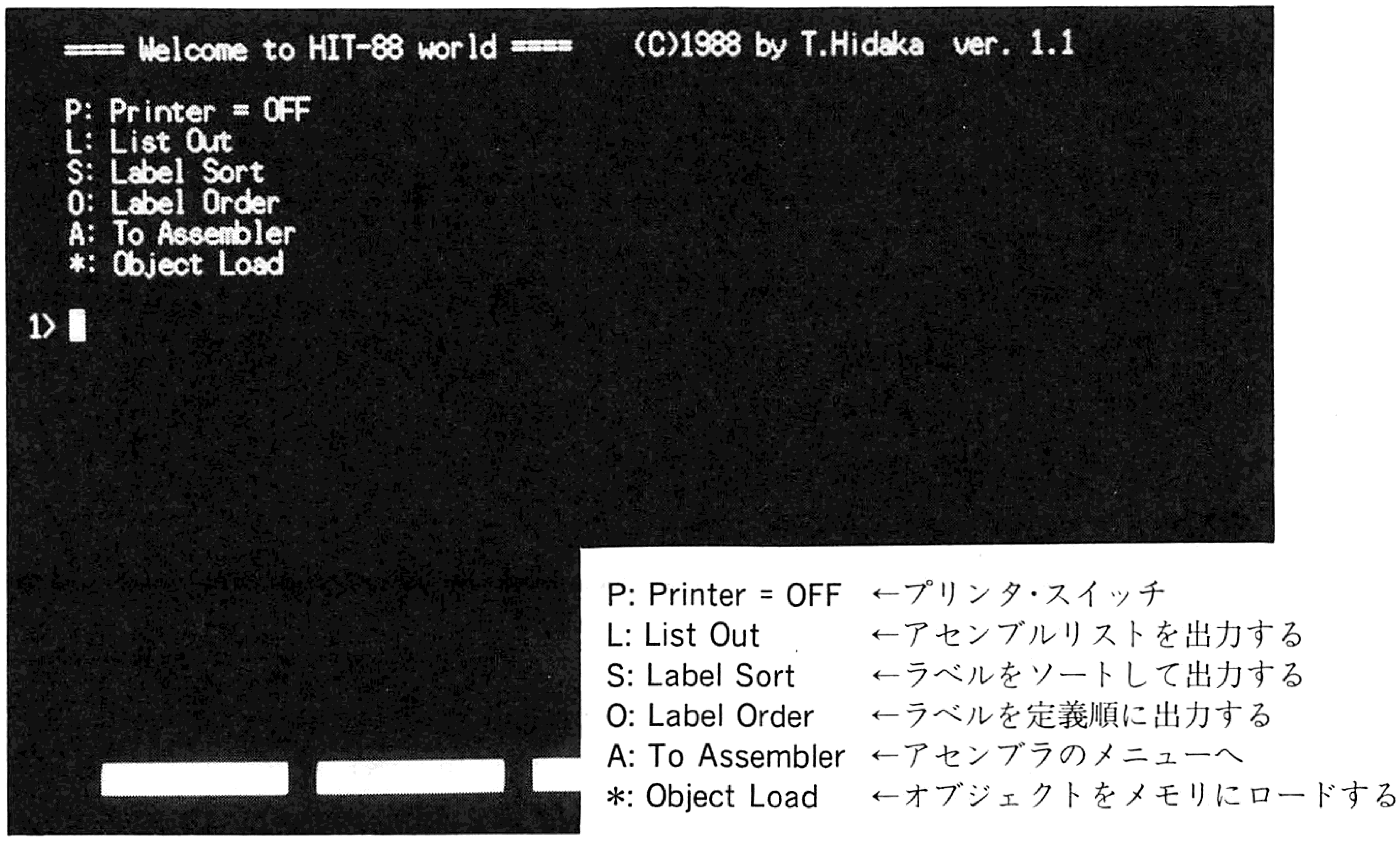


写真 4.4　アセンブル後の画面

タイムラグが生じます。

無事にアセンブルが完了すると「ASSEMBLE OK!!」と表示され、画面最下行に再びメッセージが出てきます。

OBJECT FILE NAME IF SAVE =

もし、生成したオブジェクトをほかのPC-8801でロードするとか、あえてファイルとして残しておきたい場合は、ここでファイル名を入力すると、その名前でセーブされます。すぐメモリにロードする場合は、単に[リターン]キーを押すだけでけっこうです。画面には**写真 4.4**のように表示されます。

[P]は、押すたびにプリンタへの出力のオン／オフが交互に変化します。プリンタへ出力する場合は、ヘッドをミシン目より少し下げた位置に合わせてから電源を入れると、きれいに改ページしながら出力することができます。

ラベルのソート出力とは、使用されたラベルをABC順にソートして出力するものです。各ラベル値の右側には、カッコで囲まれた10進の数値が示されます。これは、そのラベルがプログラム中何度使用されたかを意味するもので、最大255回までの利用回数を数えています。もし、1度しか利用されていなければ、ラベルとして不要であることがわかります。

なお、リストアウト時やラベルのソート出力時には、[ESC]キーにより出力の一時停止が可能です(再開は[SPACE]キー)。途中で中止する場合は[STOP]キーです。

再びアセンブルしたりエディットするということがなければ、ここで[*]キーを押

してください。生成されたばかりのオブジェクトは即座に指定されたメモリ上にロードされ、BASICへもどります。画面にはロードされたアドレスが表示されますので、必要に応じてディスクにセーブするなり実行するなりしてください。このとき、CLEAR文によるアドレスは『HIT-88』を起動したときのままになっていますので、特殊なプログラムでないかぎり、CLEAR文を切り直すことなくマシン語プログラムを実行できます。

あなたのプログラムがBASICのワークエリアを破壊するようなものでなければ、マシン語プログラムを実行し終えた後でも、次回からは「POLL(英小文字でも可)」と入力するだけで『HIT-88』が立ち上がります。

リスト4.1　チェックサムプログラム

```
100 'CHECK SUM PROGRAM
110 CLEAR,&HB5FF:WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1:DEFINT A-Z
120 DEF FNX$(X#,Y)=RIGHT$("000"+HEX$(X#),Y)+" "
130 CLS:PRINT"CHECK SUM PROGRAM"
140 PRINT:INPUT"START ADDRESS = &H",A$
150 IF A$="" THEN 130
160 SA=VAL("&H"+A$) AND &HFFF0
170 INPUT"END   ADDRESS = &H",A$
180 IF A$="" THEN EA=SA+255:GOTO 210
190 EA=VAL("&H"+A$)
200 IF ((EA+1)AND &HF)<>0 THEN POKE EA+1,0:EA=EA+1:GOTO 200
210 INPUT"PRINTER (Y/N) = ",A$
220 IF A$="Y" OR A$="y" THEN YN=1
230 IF EA<SA THEN 140
240 GOSUB 410:DIM TM(16)
250 PR$=FNX$(SA,4)+": ":GOSUB 420:CS=0
260 FOR M=0 TO 15
270 DA=PEEK(SA):TM(M)=TM(M)+DA:CS=CS+DA
280 PR$=FNX$(DA,2):GOSUB 420:SA=SA+1
290 NEXT
300 PR$=": ":GOSUB 420:PR$=FNX$(CS,3):GOSUB 420:GOSUB 410
310 IF EA<SA THEN 330
320 N=N+1:IF N<16 THEN 250
330 FOR N=0 TO 59:PR$="-":GOSUB 420:NEXT:GOSUB 410
340 PR$="       ":GOSUB 420:A#=0
350 FOR N=0 TO 15
360 A#=A#+TM(N):PR$=FNX$(TM(N),2):GOSUB 420
370 NEXT
380 PR$=":":GOSUB 420:PR$=FNX$(A#,4):GOSUB 420:GOSUB 410
390 IF EA<SA THEN GOSUB 410:END
400 N=0:ERASE TM:GOTO 240
410 PR$=CHR$(13)+CHR$(10)
420 PRINT PR$;
430 IF YN THEN LPRINT PR$;
440 RETURN
```

リスト 4.2　HT880

```
DBØØ : C3 31 E5 ØØ 3E 2Ø ØØ 48 54 38 38 31 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø : 3F4
DB1Ø : 44 49 53 4B 2Ø 46 55 4C 4C ØØ 57 52 49 54 45 2Ø : 429
DB2Ø : 5Ø 52 4F 54 45 43 54 45 44 ØØ 46 49 4C 45 2Ø 4E : 438
DB3Ø : 4F 54 2Ø 46 4F 55 4E 44 ØØ 54 6F 2Ø 41 73 73 65 : 4AE
DB4Ø : 6D 62 6C 65 72 ØØ 54 6F 2Ø 4C 6F 61 64 65 72 ØØ : 54C
DB5Ø : 54 6F 2Ø 42 61 73 69 63 ØØ 3Ø 2C 32 34 2C 31 2C : 41Ø
DB6Ø : 31 21 ØØ E5 Ø1 ØØ AØ 3E FF BE 2Ø Ø1 ØC 23 1Ø F9 : 52C
DB7Ø : 69 26 ØØ C9 CD 8Ø 3Ø 3A CF E6 FE Ø4 CØ ØF 32 CF : 796
DB8Ø : E6 C9 AF 18 Ø2 3E 3C 32 91 DB AF Ø1 54 Ø8 ED 79 : 7Ø2
DB9Ø : ØC 3C 1Ø FA C9 3E Ø1 32 87 EF 3A Ø3 DB C6 31 CD : 6DE
DBAØ : 7D 44 21 Ø4 DB CD 1D DF 3E Ø1 32 A7 E6 F6 8Ø 32 : 73Ø
DBBØ : A8 E6 C9 AF 32 A7 E6 3E 8Ø 32 A8 E6 D3 51 C9 5F : 98F
DBCØ : FE 2C 28 35 FE 2E 28 38 FE 5C 28 3B FE 7B 3Ø 3E : 6B7
DBDØ : FE 61 3Ø Ø8 FE 5B 3Ø 36 FE 41 38 32 F5 3A FD EF : 81A
DBEØ : E6 78 FE 48 28 11 3A B6 DD ØF DA 92 C5 3A 83 DC : 883
DBFØ : B7 2Ø Ø4 F1 EE 2Ø C9 F1 C9 CD 21 DC 3E A4 18 14 : 835
---------------------------------------------------------------
       B1 8C 36 75 7D 9B 1F FD 4A 22 1B FØ 38 97 ØC DB :6549

DCØØ : CD 21 DC 3E A1 18 ØD CD 21 DC 3E BØ 18 Ø6 3A B6 : 694
DC1Ø : DD ØF 7B DØ CD BB DC 2B 5F 7E FE 4E 7B CØ 36 DD : 93D
DC2Ø : C9 3A B6 DD ØF 3Ø Ø6 ØF DØ F1 7B 18 E7 F1 7B C9 : 85A
DC3Ø : CD 7A DE CD D9 35 CD 83 35 CD 6D DC FE ØD C8 FE : A6C
DC4Ø : 21 38 FØ FE F8 3Ø EC CD 4C DC 18 EA Ø8 3A 87 EF : 9ØA
DC5Ø : FE 49 C8 Ø8 CD BF DB Ø8 3A 87 EF F5 CD 67 DC Ø8 : 943
DC6Ø : 77 F1 3C 32 87 EF C9 21 8F FE 85 6F C9 FE Ø3 28 : 8A9
DC7Ø : Ø7 FE 7F 28 1D FE 1B CØ CD 9F DE AF 32 E1 DC CD : 957
DC8Ø : 44 DE 3E ØØ FE Ø1 CA F2 D6 D2 ØØ B7 CD 9A C7 C3 : 96B
DC9Ø : AD BA 3A 87 EF 3D FE ØØ 38 Ø8 32 87 EF CD 67 DC : 84A
DCAØ : 36 2Ø AF C9 CD AC DC 21 4F ØØ 19 C9 21 86 EF 46 : 751
DCBØ : 21 5Ø F3 11 78 ØØ 19 1Ø FD EB C9 ED 4B 86 EF C5 : 839
DCCØ : 21 4F F3 11 78 ØØ 19 ØD 2Ø FC 58 19 C1 C9 3E Ø1 : 568
DCDØ : 18 Ø1 AF 32 Ø1 DD CD 18 DE FE FA CA 4D DD FE 2Ø : 8A5
DCEØ : 37 ØØ CD 6D DC FE ØD 28 ØB FE 3Ø 38 E5 FE 3A DC : 7EA
DCFØ : 4C DC 18 DE 3A 87 EF 21 97 DC BE 2Ø 13 CD 67 DC : 863
---------------------------------------------------------------
       E1 88 FF Ø7 8Ø 6Ø Ø6 D1 61 B1 E2 1E 76 28 DE C9 :867D

DDØØ : Ø6 Ø1 Ø5 28 Ø7 36 3Ø 21 ØØ ØØ 18 3D 2A 52 B7 C9 : 313
DD1Ø : 3D CD 67 DC E5 FD E1 21 ØØ ØØ 11 Ø1 ØØ CD 2E DD : 71B
DD2Ø : CD 2E DD CD 2E DD CD 2E DD CD 2E DD 18 1B FD 7E : 9ØE
DD3Ø : ØØ FE 2Ø 28 13 D6 3Ø 28 Ø4 19 3D 2Ø FC EB 29 44 : 555
DD4Ø : 4D 29 29 Ø9 EB FD 2B C9 F1 3E Ø1 37 C9 CD 92 DC : 7EF
DD5Ø : 3A 87 EF 21 97 DC BE 2Ø F4 CD BB C8 3A 87 EF CD : 9E3
DD6Ø : 67 DC E5 FD E1 DD 6E ØØ DD 66 Ø1 E5 AF 11 1Ø 27 : 871
DD7Ø : CD 8E DD 11 E8 Ø3 CD 8E DD 11 64 ØØ CD 8E DD 11 : 82A
DD8Ø : ØA ØØ CD 8E DD 7D C6 3Ø 4F CD 9B DD E1 C9 ØE 3Ø : 831
DD9Ø : ED 52 38 Ø4 ØC 3C 18 F8 19 B7 C8 3A 87 EF 3C 32 : 689
DDAØ : 87 EF FD 71 ØØ FD 23 C9 2A 86 EF 22 45 DE C9 CD : 947
DDBØ : 9F DE CD E6 DE 3E ØØ 3C 32 B6 DD ØF 3Ø 1A 3A CØ : 7AØ
DDCØ : F3 3D C2 4Ø C7 CD C2 DE DB BØ CF BC DE 1C B6 C5 : AF1
DDDØ : 2Ø CD DD B6 DD ØØ Ø5 C9 CD C2 DE 5E 48 2Ø 4F 46 : 7F3
DDEØ : 46 ØØ Ø5 C9 21 BØ Ø1 11 F2 E6 Ø1 AØ ØØ ED BØ AF : 6BC
DDFØ : 32 CA E6 D3 7Ø 21 ØØ 8Ø 77 23 77 23 77 21 C1 E6 : 739
---------------------------------------------------------------
       73 Ø7 9C AC 74 31 FB 74 55 A3 Ø9 44 37 12 3C D8 :7B78
```

```
DEØØ : CB A6 7E D3 4Ø 21 ØØ ØØ 22 ØA E8 21 59 DB CD 71 : 6CA
DE1Ø : 7Ø Ø1 19 5Ø CD 6B 6F C9 CD D9 35 CD 83 35 C9 3E : 7B1
DE2Ø : ØØ B7 C8 CD C2 DE 53 75 72 65 2Ø 28 59 2F 65 6C : 72C
DE3Ø : 73 65 29 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 7A DE CD 18 DE CB AF FE : 7C3
DE4Ø : 59 2Ø Ø8 DF 21 ØØ ØØ 22 86 EF C9 F1 18 F6 CD CE : 77B
DE5Ø : DC 3Ø ØB 7C B7 2Ø Ø7 7D FE ØØ 3Ø Ø2 B7 CØ F1 CD : 753
DE6Ø : E6 DE 18 EØ F3 3A C2 E6 F6 Ø2 D3 31 C9 3E ØØ EE : 982
DE7Ø : Ø1 32 6E DE 28 43 3E C8 18 41 CD A8 DD Ø4 ØE 18 : 5C5
DE8Ø : ED 43 86 EF 78 32 97 DC C9 CD C2 DE 48 49 54 2Ø : 8FD
DE9Ø : 41 4E 59 2Ø 4B 45 59 ØØ Ø5 CD 7A DE CD 18 DE 3E : 61C
DEAØ : ØØ 3D 2Ø 11 32 AØ DE CD D9 35 11 D9 FE 3E 2Ø Ø6 : 645
DEBØ : 49 1B 12 1Ø FC AF 32 6E DE 3E Ø8 32 E5 FE C9 CD : 7AØ
DECØ : 1E BB CD A7 DE E3 Ø6 Ø1 7E 23 B7 28 Ø5 Ø4 12 13 : 5C3
DEDØ : 18 F6 78 32 EØ FE 7E 23 ØF ØF ØF F6 Ø8 32 E1 FE : 773
DEEØ : E3 3E Ø1 32 AØ DE 3E 14 C5 47 3A C1 E6 F5 CB EF : 8CØ
DEFØ : D3 4Ø ØB 79 BØ 2Ø FB F1 D3 4Ø C1 C9 CD ØF DF 3E : 8E9
-------------------------------------------------------------
       2D 3B 83 DD FE AC 8B 98 17 1E B9 69 4Ø D9 2E 29 :775C

DFØØ : Ø4 32 87 EF CD 1D DF 3E 21 DF DF 3E FØ 18 D9 3E : 7EF
DF1Ø : ØD CD E7 59 3E ØA CD E7 59 C9 CD ØF DF 7E 23 B7 : 84B
DF2Ø : C8 FE ØD 28 F5 CD ØD 3E 18 F3 3E 31 32 ØB DB 21 : 6BB
DF3Ø : Ø7 DB 11 FF B9 ED 53 4C DF 3A Ø3 DB 32 47 DF AF : 835
DF4Ø : 32 Ø3 DB CD 67 DF 3E ØØ 32 Ø3 DB C3 ØØ ØØ 21 5Ø : 5A5
DF5Ø : DB CD 1D DF CD 1F DE F3 CD 69 B9 CD D9 35 CD 85 : A7D
DF6Ø : DB CD E4 DD C3 4A F3 11 8F EC Ø1 Ø9 ØØ ED BØ CD : 969
DF7Ø : 5B EØ CD 4F E2 DA C3 E2 DD 7E ØA 32 99 E3 1E Ø2 : 8EB
DF8Ø : CD 71 E3 3E 93 D3 FF DB FE ØF 3Ø FB DB FD 5F DB : AE9
DF9Ø : FC 57 3E Ø9 D3 FF DB FE ØF 38 FB DB FD 6F DB FC : AA5
DFAØ : 67 3E Ø8 D3 FF ED 52 44 4D EB CD 64 DE DB FE ØF : 931
DFBØ : 3Ø FB DB FD 77 ØB 78 B1 28 Ø5 23 DB FC 77 ØB 3E : 795
DFCØ : Ø9 D3 FF DB FE ØF 38 FB 78 B1 28 22 23 DB FD 77 : 8DB
DFDØ : ØB 78 B1 28 Ø5 23 DB FC 77 ØB 3E Ø8 D3 FF 78 B1 : 71E
DFEØ : 28 ØC 23 C3 AD DF 3E 1A 32 FF 7F 32 ØØ 8Ø 3E 91 : 62F
DFFØ : D3 FF 3A C2 E6 D3 31 FB C9 32 99 E3 E5 CD 5B EØ : B17
-------------------------------------------------------------
       92 AC 46 E6 Ø4 B1 Ø4 6F 48 CF 25 78 32 D2 C3 26 :8933

EØØØ : 1E Ø5 CD 71 E3 3E 93 D3 FF CD 64 DE E1 11 1A ØA : 8ØC
EØ1Ø : DB FE ØF 3Ø FB DB FD 77 BB 28 Ø8 BA 28 Ø1 23 DB : 82E
EØ2Ø : FC 77 BB F5 3E Ø9 D3 FF DB FE ØF 38 FB F1 28 B6 : A26
EØ3Ø : BA 28 Ø1 23 DB FD 77 BB 28 Ø8 BA 28 Ø1 23 DB FC : 71D
EØ4Ø : 77 BB F5 3E Ø8 D3 FF F1 28 9C BA 28 Ø1 23 CB 7C : 841
EØ5Ø : CA 1Ø EØ 21 FC 7F 18 B8 32 87 EF CD 6F E3 3E 15 : 84Ø
EØ6Ø : 21 ØØ 6D 11 ØØ Ø1 CD A8 EØ 21 ØØ E5 Ø6 8Ø CD 25 : 573
EØ7Ø : E1 1Ø FB C9 DD 36 ØØ ØØ CD 8A EØ DD 6E ØA 26 E5 : 85F
EØ8Ø : 7E 36 FF FE CØ 3Ø ØB 6F 18 F6 CD A3 EØ 21 ØØ E4 : 87E
EØ9Ø : 18 Ø9 21 ØØ 6D CD A3 EØ 21 ØØ E5 Ø6 8Ø CD E3 EØ : 71B
EØAØ : 1Ø FB C9 3E 16 11 ØØ Ø1 CD BA EØ 7C CD CØ EØ 7D : 8Ø7
EØBØ : CD CØ EØ 7A CD CØ EØ 7B 18 Ø6 F5 3E ØF D3 FF F1 : 9F2
EØCØ : F5 DB FE E6 Ø2 28 FA 3E ØE D3 FF F1 D3 FD 3E Ø9 : 9FE
EØDØ : D3 FF DB FE E6 Ø4 28 FA 3E Ø8 D3 FF DB FE E6 Ø4 : A92
EØEØ : 2Ø FA C9 DB FE E6 Ø2 28 FA 7E D3 FD 23 3E Ø9 D3 : 951
EØFØ : FF DB FE E6 Ø4 28 FA 7E D3 FD 23 3E Ø8 D3 FF DB : A48
-------------------------------------------------------------
       4C 26 3E 4D D2 BØ 6A FE FB D5 ØD 3D FE 43 2A 1F :898B
```

```
E1ØØ : FE E6 Ø4 2Ø FA C9 3E ØB D3 FF DB FE ØF 3Ø FB 3E : 937
E11Ø : ØA D3 FF DB FC F5 3E ØD D3 FF DB FE ØF 38 FB 3E : A1E
E12Ø : ØC D3 FF F1 C9 3E ØB D3 FF DB FE ØF 3Ø FB 3E ØA : 9ØE
E13Ø : D3 FF DB FC 77 23 3E ØD D3 FF DB FE ØF 38 FB DB : A56
E14Ø : FC 77 23 3E ØC D3 FF C9 57 1E Ø1 CB 3A DØ CB DB : 86C
E15Ø : C9 11 ØØ Ø1 3E 15 CD A8 EØ 19 E5 21 ØØ E4 CD 6C : 6BF
E16Ø : EØ E1 C9 3E 63 B9 38 ØB 3E 2Ø DF 3E Ø9 B9 38 Ø3 : 69F
E17Ø : 3E 2Ø DF 26 ØØ 69 CD C2 28 C9 ØD C8 19 7E 3C 28 : 61C
E18Ø : 25 3D 28 F6 Ø6 Ø6 CD AØ E1 23 23 23 3E 2A CB 46 : 5BC
E19Ø : 2Ø Ø8 3E 2E CB 7E 2Ø Ø2 3E 2Ø DF 2B 2B 2B Ø6 Ø3 : 3C6
E1AØ : 7E DF 23 1Ø FB C9 D9 ØE Ø1 D9 ØE ØØ C9 3E 5Ø CD : 747
E1BØ : 58 EØ ØE ØC D9 ØE Ø1 D9 21 ØØ 6Ø CD 51 E1 D9 DD : 749
E1CØ : 21 ØØ E4 Ø6 1Ø DD 7E Ø9 E6 D1 2Ø 1C DD 7E ØØ B7 : 684
E1DØ : 28 16 3C 28 13 C5 3E 2Ø DF DF CD 63 E1 3E 3A DF : 6FE
E1EØ : DD E5 E1 CD 7D E1 C1 ØC 11 1Ø ØØ DD 19 1Ø D6 79 : 811
E1FØ : 32 59 DE D9 ØD 2Ø C4 C9 3A 99 E3 4F 11 1Ø ØØ D9 : 6FB
--------------------------------------------------------------
       3D 6C 1E 9F 35 27 9E BD 66 6D A1 C1 24 D6 45 AE :773F

E2ØØ : 21 ØØ 6Ø CD 51 E1 D9 DD 21 ØØ E4 Ø6 1Ø DD 7E Ø9 : 6B5
E21Ø : E6 D1 2Ø ØB DD 7E ØØ B7 28 Ø5 3C 28 Ø2 ØD C8 DD : 639
E22Ø : 19 1Ø EA D9 18 DD Ø6 Ø6 7E 23 FE 2E 28 ØA 12 13 : 511
E23Ø : 1Ø F6 7E FE 2E CØ 23 C9 3E 2Ø 12 13 1Ø FC C9 3E : 6F2
E24Ø : 2Ø BE 28 Ø2 3E 2E 12 13 ED AØ ED AØ ED AØ C9 21 : 72A
E25Ø : 8F EC 22 6D E2 ØE ØC 21 ØØ 6Ø CD 51 E1 D9 21 ØØ : 68Ø
E26Ø : E4 ØE 1Ø 11 1Ø ØØ 7E 3C 28 25 E5 DD 21 8F EC Ø6 : 58E
E27Ø : Ø9 7E DD BE ØØ 2Ø ØE 23 DD 23 1Ø F5 D9 11 ØØ FF : 661
E28Ø : 19 DD E1 B7 C9 E1 19 ØD 2Ø DC D9 ØD 2Ø CC D9 37 : 83C
E29Ø : C9 11 ØØ E5 1A 3C 28 Ø3 13 18 F9 7B 12 32 21 E3 : 527
E2AØ : C9 32 Ø4 E3 2C 28 Ø4 36 ØØ 18 F9 7C 3C 32 16 E3 : 564
E2BØ : E6 Ø7 28 Ø2 3E Ø1 CB 3C CB 3C CB 3C 84 B9 D8 37 : 6B7
E2CØ : C8 B7 C9 21 2A DB 18 ØB CD A1 E2 38 ØC CD 44 DE : 814
E2DØ : 21 1Ø DB CD FC DE C3 82 DC CD 64 DE 21 ØØ 6Ø CD : 931
E2EØ : 51 E1 D9 21 ØØ E4 ØE 1Ø 11 1Ø ØØ 7E 3C 28 ØA 3D : 478
E2FØ : 28 Ø7 19 ØD 2Ø F5 D9 18 E6 11 8F EC EB Ø1 Ø9 ØØ : 5C2
--------------------------------------------------------------
       BF E3 C2 8A 37 3Ø 7E 2D 95 67 4A F2 58 E8 96 79 :6787

E3ØØ : ED BØ EB 36 Ø2 23 CD 91 E2 77 D9 11 ØØ FF 19 CD : 869
E31Ø : 8A EØ 21 ØØ ØØ 3E ØØ D6 Ø8 38 1D 28 1B 32 16 E3 : 46A
E32Ø : 3E ØØ CD 48 E1 3E Ø8 CD 57 E3 3A 21 E3 5F 16 E5 : 719
E33Ø : D5 CD 91 E2 D1 12 18 DD C6 Ø8 4F 3A 21 E3 5F 16 : 7BD
E34Ø : E5 79 F6 CØ 12 7B CD 48 E1 79 CD 57 E3 CD 92 EØ : A56
E35Ø : CD F2 DF 1E Ø8 18 1A E5 4F 67 3A Ø3 DB 6F 3E 11 : 667
E36Ø : CD A8 EØ E1 Ø6 8Ø CD E3 EØ 1Ø FB ØD 2Ø F6 C9 1E : 961
E37Ø : ØB 3A Ø3 DB 32 9A E3 3E 16 CD BA EØ 21 95 E3 Ø6 : 72C
E38Ø : Ø4 7E 23 CD CØ EØ 1Ø F9 CD E3 EØ 3E ØD CD BA EØ : 95D
E39Ø : 16 7Ø C3 B3 EØ 7Ø ØØ ØØ Ø2 ØØ ØØ C3 69 7Ø C3 Ø7 : 5B4
E3AØ : 71 C3 32 7Ø 21 ØØ 6Ø E5 11 Ø1 25 Ø6 1Ø 3A Ø1 7Ø : 434
E3BØ : 4F CD 2D ØØ E1 11 1Ø ØØ Ø6 CØ 3E FF BE 28 Ø5 19 : 552
E3CØ : 1Ø FA 18 Ø4 77 19 1Ø FC C3 C1 ØØ Ø6 ØE 3A Ø1 7Ø : 5Ø5
E3DØ : 4F 11 Ø1 25 21 ØØ 6Ø CD 33 ØØ Ø6 Ø1 1E ØF 26 6D : 2CE
E3EØ : CD 33 ØØ 1E 1Ø CD 33 ØØ C3 ØØ 71 3A ØØ 7Ø 6F 26 : 4A1
E3FØ : 6D CD 6Ø 7Ø 7E 32 ØØ 7Ø C9 57 1E Ø1 CB 3A DØ CB : 7Ø9
--------------------------------------------------------------
       87 33 EØ A1 CE D7 A7 76 95 13 13 23 59 CC Ø9 FE :69Ø7
```

```
E4ØØ : DB C9 3E 81 D3 FF CD 52 7Ø CD B3 7Ø 21 ØØ 5Ø 7E : 8A3
E41Ø : 23 D3 FC 7E 23 D3 FD 3E Ø9 D3 FF DB FE ØF 3Ø FB : 98F
E42Ø : 7E 23 D3 FC 7E D3 FD 3E Ø8 D3 FF DB FE ØF 38 FB : 9F1
E43Ø : 2A Ø2 5Ø ED 5B ØØ 5Ø ED 52 44 4D 21 Ø4 5Ø CD C2 : 5E8
E44Ø : 7Ø CD 52 7Ø CD B3 7Ø 21 ØØ 5Ø 18 F2 C5 Ø6 Ø8 3A : 677
E45Ø : Ø1 7Ø 4F 21 ØØ 5Ø CD 2D ØØ C1 C9 7E D3 FC ØB 78 : 685
E46Ø : B1 28 Ø6 23 7E D3 FD ØB 23 3E Ø9 D3 FF DB FE ØF : 77F
E47Ø : 3Ø FB 78 B1 28 22 7E D3 FC ØB 78 B1 28 Ø6 23 7E : 6EE
E48Ø : D3 FD ØB 23 3E Ø8 D3 FF DB FE ØF 38 FB 78 B1 28 : 882
E49Ø : Ø7 7C FE 58 C2 C2 7Ø C9 F1 3E 91 D3 FF C3 C1 ØØ : 9AC
E4AØ : 3E 81 D3 FF 3A ØØ 7Ø 4F DD 21 ØØ 6Ø 11 1Ø ØØ DD : 5E6
E4BØ : 7E ØØ B7 28 ØD 3C 28 ØA DD 7E Ø9 E6 D1 2Ø Ø3 ØD : 523
E4CØ : 28 Ø4 DD 19 18 E9 DD 7E ØA 32 ØØ 7Ø 3E 58 32 93 : 585
E4DØ : 71 CD 52 7Ø FE CØ 38 ØF E6 3F C6 5Ø 32 93 71 CD : 843
E4EØ : 53 71 3E 1A CD 5B 71 CD 53 71 18 E5 CD B3 7Ø 21 : 754
E4FØ : ØØ 5Ø 7E 23 D3 FC FE 1A 28 Ø6 7E 23 D3 FD FE 1A : 78F
-------------------------------------------------------------
       7A AD FA B5 3F A3 2E 7C E3 D4 65 54 CC 57 3F 22 :7756

E5ØØ : F5 3E Ø9 D3 FF DB FE ØF 3Ø FB F1 CA FF 7Ø 7E 23 : 9EC
E51Ø : D3 FC FE 1A 28 Ø6 7E 23 D3 FD FE 1A F5 3E Ø8 D3 : 8AC
E52Ø : FF DB FE ØF 38 FB F1 CA FF 7Ø 7C FE 58 C2 59 71 : AA2
E53Ø : C9 F3 ED 73 F9 FF 31 ØØ B7 DB 71 32 F8 FF 3E FF : AAE
E54Ø : D3 71 3E 39 32 C2 E6 D3 31 3A D7 79 FE 34 38 Ø6 : 793
E55Ø : DB 32 E6 9F D3 32 3A C1 E6 CB E7 32 C1 E6 D3 4Ø : A16
E56Ø : 21 Ø3 ØØ 22 18 EB AF 32 Ø1 ØØ D3 52 D3 53 CD 11 : 554
E57Ø : DE 2A ØA E8 22 Ø6 DE 21 74 DB 22 ØA E8 3E 16 CD : 6A5
E58Ø : BA EØ 11 ØØ 7Ø CD B3 EØ Ø1 98 Ø1 CB 41 28 Ø1 Ø3 : 64D
E59Ø : 78 CD CØ EØ 79 CD CØ EØ 21 99 E3 CD E3 EØ ØB ØB : AØE
E5AØ : 78 B1 2Ø F7 11 3Ø F3 ED 53 A8 EE 21 B6 E5 Ø1 44 : 84B
E5BØ : ØØ ED BØ C3 2A DF F3 E5 21 58 F3 11 D9 EF Ø1 1C : 8A3
E5CØ : ØØ ED BØ 3E 1B 32 CD EF 3E 1F 32 CE EF E1 FB C9 : 8D5
E5DØ : AF D3 7Ø 3A F8 FF D3 71 ED 7B F9 FF FB C9 43 4C : B1A
E5EØ : 45 41 52 2C 26 48 42 35 46 46 3A 42 4C 4F 41 44 : 411
E5FØ : 22 48 54 38 38 3Ø 22 2C 52 ØD ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 2ØB
-------------------------------------------------------------
       FD 6C 87 C7 2C 12 A8 36 9E 41 B9 F4 A7 EF 98 51 :8ØDE
```

リスト4.3 HT881

```
B70Ø : ØD ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØD
B71Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
B72Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
B73Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
B74Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
B75Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ Ø1 ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØ1
B76Ø : ØØ ØØ Ø1 ØØ Ø1 ØØ CD 4B BB 11 ØØ CØ F3 D3 5C 7E : 546
B77Ø : 12 2B 13 14 15 2Ø Ø2 16 CØ FE ØD 2Ø F2 ED 53 6A : 538
B78Ø : B7 D3 5F FB C9 CD A4 DC 11 ØØ FØ F3 CD B2 B7 D3 : AF7
B79Ø : 5D 3E ØD 12 D3 5F 3A 87 EF D6 51 ED 44 47 CD B2 : 7BA
B7AØ : B7 7E 36 2Ø D3 5D 12 D3 5F 2B 1Ø F2 FB ED 53 89 : 7FØ
B7BØ : B7 C9 13 14 15 CØ 16 FØ C9 3E Ø1 3C E6 Ø1 32 BA : 699
B7CØ : B7 28 Ø2 3E Ø5 D3 58 D3 59 D3 5A D3 5B C9 CD 9F : 8ØB
B7DØ : DE CD 1E BB ED 4B 64 B7 2A 58 B7 2B 2B B7 ED 42 : 84C
B7EØ : ED 52 38 32 21 ØØ CØ Ø9 2B ED 5B 58 B7 1B CD 64 : 661
B7FØ : DE D3 5D ED B8 D3 5F CD F2 DF 13 ED 53 58 B7 2A : AØF
-------------------------------------------------------------
       Ø1 9D 7E 6D 65 5A BØ E7 44 45 DE 31 67 9A F6 1F :4C8D

B8ØØ : 56 B7 ED 4B 62 B7 Ø9 22 56 B7 CD 38 C9 CD 6E BE : 85D
B81Ø : CD 9A C7 C3 E6 DE CD C2 DE 4D 45 4D 4F 52 59 2Ø : 91B
B82Ø : 53 48 4F 52 54 21 21 ØØ Ø2 C3 ØB DF CD ØØ BE 2A : 536
B83Ø : 6A B7 CD 5E B8 11 51 B7 F3 D3 5C 7E 12 CD 5E B8 : 8B2
B84Ø : 7E FE ØD 28 Ø4 1B 12 18 F4 D3 5F FB 23 24 25 2Ø : 5A7
B85Ø : Ø2 26 CØ E5 D5 CD AC DC E1 CD 6B C7 E1 C9 2B 7C : A28
B86Ø : FE BF CØ 26 FF C9 CD BF DE 42 4C 4F 43 4B 2Ø 47 : 8A7
B87Ø : 45 54 2Ø 66 72 6F 6D 2Ø 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 7A DE CD : 5E1
B88Ø : D2 DC 3Ø FB EB CD 44 DE 2A 52 B7 B7 ED 52 D8 23 : 9D7
B89Ø : 22 62 B7 EB CD ØA C8 E5 CD 1E BB EB D1 B7 ED 52 : AØ2
B8AØ : AF 95 3E 3Ø 9C 38 2A 22 64 B7 44 4D EB 11 ØØ CØ : 63A
B8BØ : CD 64 DE D3 5D ED BØ D3 5F CD F2 DF CD C2 DE 42 : B5B
B8CØ : 4C 4F 43 4B 2Ø 47 45 54 2Ø 4F 4B 21 21 ØØ Ø5 18 : 342
B8DØ : 2Ø CD C2 DE 42 4C 4F 43 4B 2Ø 47 45 54 2Ø 42 55 : 5AF
B8EØ : 46 46 45 52 2Ø 53 48 4F 52 54 21 21 ØØ Ø2 CD ØB : 3EF
B8FØ : DF C3 44 DE CD 4B BB 4D ØC Ø6 ØØ EB 2A 54 B7 Ø9 : 71F
-------------------------------------------------------------
       A4 E3 ØE 99 9E 14 BD 59 7F 76 EA 38 2Ø FØ 9F 68 :7724

B9ØØ : ED 4B 58 B7 ED 42 3Ø Ø4 EB C3 64 DE CD C2 DE 4F : 956
B91Ø : 55 54 2Ø 4F 46 2Ø 4D 45 4D 4F 52 59 21 21 ØØ Ø2 : 39B
B92Ø : CD ØB DF CD 4C C1 CD 64 DE ØE FF 2A 54 B7 7C FE : 95C
B93Ø : 4Ø 3E ØD 77 38 12 2B 2B ED B9 23 23 22 54 B7 2A : 4E5
B94Ø : 52 B7 2B CD 2Ø CA 18 Ø8 2A 58 B7 ED B1 22 58 B7 : 713
B95Ø : CD F2 DF 2A 56 B7 2B 22 56 B7 CD 6E BE CD BA C2 : 971
B96Ø : CD 8Ø C9 CD D8 C9 C3 AD BA AF D3 5C CD 7C B9 D3 : B61
B97Ø : 5D CD 7C B9 D3 5E CD 7C B9 D3 5F C9 21 ØØ CØ 77 : 8E5
B98Ø : 11 Ø1 CØ Ø1 FF 3F ED BØ C9 FD 21 3Ø C2 11 8Ø Ø2 : 71A
B99Ø : 3E 8Ø Ø6 16 FD 77 Ø8 FD 77 1Ø FD 77 2Ø FD 77 4Ø : 722
B9AØ : FD 19 1Ø FØ 21 ØØ CØ 3E AA CD AF B9 21 3Ø F9 Ø6 : 764
B9BØ : 5Ø 77 23 1Ø FC C9 ØE ØA Ø6 Ø8 CD 64 DE 7E F5 CD : 734
B9CØ : F2 DF F1 FE 1A 28 1E 23 FE Ø9 28 2A FE ØD 28 15 : 6E4
B9DØ : CD EC B9 1Ø E5 ØD 2Ø EØ 23 3E ØD CD EF B9 3E ØA : 79F
B9EØ : 18 ØD CD E5 B9 3E ØD CD EC B9 3E ØA CD ØD 3E 1E : 6CB
B9FØ : ØØ 1D C4 D4 3E C9 3E 2Ø CD EC B9 1Ø FB 18 D6 CD : 852
-------------------------------------------------------------
       ØB E4 E7 A5 E7 98 94 1Ø CØ 38 54 D9 57 ØØ FB 5B :7A7Ø
```

```
BAØØ : 82 DB 21 64 CC CD 71 7Ø 21 71 CA 11 F2 E6 Ø1 AØ : 842
BA1Ø : ØØ ED BØ B7 21 51 CC CD D1 6F 21 DB FE 36 49 23 : 83B
BA2Ø : 36 4E 23 36 53 21 6C CC 11 EØ FE Ø1 Ø8 ØØ ED BØ : 61E
BA3Ø : F3 D3 5C 3E ØD CD 7C B9 D3 5D CD 7C B9 D3 5E AF : 981
BA4Ø : CD 7C B9 CD 89 B9 D3 5F CD 97 C9 3E ØD 32 FF FF : 9EB
BA5Ø : 2A C1 F3 25 2Ø Ø4 7D 32 A4 C3 C3 D3 D6 CD D9 35 : 884
BA6Ø : CD 9F DE 3E Ø1 32 C3 CØ 32 BA B7 21 64 CC CD 71 : 87Ø
BA7Ø : 7Ø CD 64 DE ØE FF 2A 54 B7 7E FE 1A 28 ØB 3E ØD : 6D5
BA8Ø : ED B1 EB 2A 58 B7 B7 ED 52 11 ØØ 8Ø 28 Ø9 44 4D : 7ØB
BA9Ø : Ø3 2A 58 B7 ED B8 13 ED 53 58 B7 CD F2 DF CD C3 : 971
BAAØ : B7 2A 52 B7 CD 23 CA CD 6E BE CD BA C2 31 ØØ B7 : 8CE
BABØ : FB 21 AD BA E5 2A 58 B7 ED 5B 54 B7 B7 ED 52 7C : 966
BACØ : FE Ø2 3E 48 38 Ø2 3E E8 32 E7 FE CD 83 35 FE 2Ø : 7AØ
BADØ : DA C5 BB FE 7F CA 6Ø C1 FE F8 D2 95 C1 CD BF DB : C47
BAEØ : Ø8 ED 4B 86 EF 78 FE 5Ø 28 2E 3C 32 87 EF 3A 6E : 75D
BAFØ : DE B7 28 1A 3E ØØ B7 2Ø 15 78 C5 Ø6 4F CD BF DC : 6FB
-------------------------------------------------------------
       3F 23 EC D5 EØ FA A1 DE 9D B6 AØ ØD CD 89 91 5C :86BF

BBØØ : 54 5D 13 ED 44 Ø6 5Ø 8Ø 4F Ø6 ØØ ED B8 C1 CD BF : 712
BB1Ø : DC Ø8 77 AF 32 F5 BA C9 CD ØE BB C3 ØB C1 CD F4 : 99A
BB2Ø : B8 ED 5B 54 B7 7E 12 13 FE ØD 28 Ø3 2B 18 F6 3E : 65B
BB3Ø : ØD 12 C3 F2 DF CD F4 B8 23 36 ØØ 21 ØØ B7 ED 5B : 7A5
BB4Ø : 58 B7 7E B7 28 EC 1B 12 23 18 F7 3E ØD 32 ØØ B7 : 5EB
BB5Ø : CD A4 DC EB 21 ØØ B7 ØE ØA Ø6 Ø8 1A 1B FE 2Ø 2Ø : 5A9
BB6Ø : Ø8 1Ø F8 ØD 2Ø F3 C9 1A 1B 23 77 1Ø FA ØD C8 Ø6 : 5AD
BB7Ø : Ø8 1A 1B FE 2Ø 2Ø F2 23 36 Ø9 Ø5 1A 1B FE 2Ø 2Ø : 447
BB8Ø : E8 1Ø F8 18 E8 E4 BB D2 BB E5 BB A9 C1 B9 B7 85 : B1B
BB9Ø : B7 1E BC DA BC AF DD 58 BD ØØ BE 34 BE AF BE 7B : 96Ø
BBAØ : CØ 85 BE CE B7 DA BE 3E BF 7D BF B6 BF BA BE 8D : AD3
BBBØ : BE BE BE 66 B8 31 BE 2C B8 EF CØ F6 CØ FC CØ 12 : A5E
BBCØ : C1 24 C1 51 C1 Ø7 5F 16 ØØ 21 85 BB 19 5E 23 56 : 585
BBDØ : EB E9 3A Ø2 FØ FE Ø2 C2 7F C8 CD 3E BF CD 75 BF : 9D4
BBEØ : ED 53 89 B7 C9 CD 9F DE CD 1E BB 21 ØØ 8Ø ED 4B : 912
BBFØ : 58 B7 B7 ED 42 28 1C 44 4D 2A 58 B7 CD 64 DE ED : 7FF
-------------------------------------------------------------
       38 71 8Ø AC 64 DD CD FF 43 23 BB BØ CE B9 DB 35 :7E4A

BCØØ : BØ 22 58 B7 EB 2B 2B 3E ØD ED B9 23 23 22 54 B7 : 686
BC1Ø : CD F2 DF 2A 56 B7 CD 2Ø CA CD 6E BE 18 2D CD BF : 956
BC2Ø : DE 46 49 4E 44 2Ø 57 4F 52 44 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 4E : 4D8
BC3Ø : BC CD 7B BC D2 5F DE ED 4B 45 DE ED 43 86 EF ED : ABC
BC4Ø : 4B 52 B7 B7 ED 42 44 4D CD 25 C4 C3 BA C2 AF 32 : 8A1
BC5Ø : 6F BC CD 3Ø DC 3A 97 DC 4F CD 67 DC 11 75 CC 3A : 89C
BC6Ø : 87 EF 91 Ø6 ØØ 28 Ø7 32 74 CC 4F ED BØ C9 3E ØØ : 6A1
BC7Ø : B7 CØ EB 21 74 CC 4E 23 ED BØ C9 CD 64 DE 2A 52 : 925
BC8Ø : B7 23 D9 ED 5B 58 B7 18 16 CD 64 DE 21 ØØ ØØ D9 : 741
BC9Ø : ED 5B 43 CØ 18 Ø8 D9 23 3E Ø1 32 15 CØ D9 13 1A : 5B3
BCAØ : FE ØD 28 F2 FE 1A 28 2Ø 21 74 CC 46 23 BE 2Ø EE : 71B
BCBØ : Ø5 28 Ø8 13 23 1A BE 2Ø E7 1Ø F8 ED 53 43 CØ D9 : 66E
BCCØ : 22 8D BC CD F2 DF 37 C9 D9 CD F2 DF B7 C9 CD 1E : AEB
BCDØ : BB 2A 58 B7 2B 36 ØD C3 A8 DD CD CE BC CD C2 DE : 96E
BCEØ : 43 48 41 4E 47 45 2Ø 57 4F 52 44 2Ø 3D ØØ Ø5 3E : 3A2
BCFØ : Ø1 CD 4F BC 3A 87 EF 4F 3A 97 DC 91 28 57 79 CD : 7DB
-------------------------------------------------------------
       D7 63 EB 39 C6 46 26 C5 57 96 A1 E8 8C 7F CØ 3Ø :7AC6
```

```
BDØØ : 67 DC 36 1C 3A 87 EF 3C 32 87 EF 32 97 DC CD 33 : 7CE
BD1Ø : DC 3A 97 DC 4F CD 67 DC 11 ED CC 3E 2Ø Ø6 3C 1B : 76D
BD2Ø : 12 1Ø FC 3A 87 EF 91 28 Ø2 ED BØ CD 1B CØ CD 7B : 816
BD3Ø : BC 3Ø 1F CD 38 CØ Ø6 16 C5 CD 89 BC 3Ø 13 CD 38 : 7ØB
BD4Ø : CØ C1 1Ø F4 CD F2 DF CD 2C C2 CD 1B CØ Ø6 17 18 : 8BB
BD5Ø : E7 C1 CD 2C C2 C3 C5 C3 3A Ø2 FØ FE Ø2 C2 EB BD : A44
BD6Ø : CD CE BC CD 1B CØ CD 9C BD 3Ø 1B EB CD 4E CØ Ø6 : 93C
BD7Ø : 16 C5 CD A6 BD 3Ø ØE EB CD 4E CØ C1 1Ø F3 CD F2 : 992
BD8Ø : DF 3E Ø1 18 Ø2 C1 AF 32 8E BD CD 2C C2 3E ØØ 3D : 65B
BD9Ø : 32 8E BD 2Ø CE CD 1B CØ Ø6 17 18 D5 ED 5B 52 B7 : 76E
BDAØ : 13 2A 58 B7 18 Ø6 11 ØØ ØØ 21 ØØ ØØ CD 64 DE 7E : 429
BDBØ : FE 1A CA C9 BC FE 3B 28 25 FE 2A 28 21 FE 2Ø 28 : 7A4
BDCØ : 1D FE ØD 28 22 FE Ø9 28 15 ED 53 A7 BD 3E ØD ØE : 5B3
BDDØ : FF ED B1 2B 22 AA BD 2B 22 43 CØ C3 C3 BC ØE FF : 8FØ
BDEØ : 3E ØD ED B1 13 18 C8 13 23 18 C4 3A 87 EF 3C 47 : 621
BDFØ : 3D E6 Ø7 78 2Ø F8 FE 51 38 Ø2 3E 5Ø 32 87 EF C9 : 742
-------------------------------------------------------------
       54 59 EØ C6 CA F2 ØE 3E 45 AD BØ DB 77 29 C8 85 :79C5

BEØØ : CD 9F DE CD 35 BB ED 53 58 B7 2A 56 B7 23 22 56 : 828
BE1Ø : B7 3A 86 EF D6 17 ED 44 Ø7 Ø7 CD 4B C5 CD AC DC : 8C4
BE2Ø : 21 ØØ B7 36 ØD CD 6B C7 13 3E E8 12 CD 3Ø C9 18 : 643
BE3Ø : 3D CD 66 B7 CD 9F DE CD 64 DE 2A 58 B7 7E FE 1A : 94F
BE4Ø : 28 1Ø ØE FF 3E ØD ED B1 22 58 B7 2A 56 B7 2B 22 : 5E3
BE5Ø : 56 B7 CD F2 DF CD AC DC 21 78 ØØ 19 3A 86 EF D6 : 937
BE6Ø : 17 ED 44 Ø7 Ø7 CD Ø8 C5 CD 35 C9 CD BA C1 3A 83 : 7CØ
BE7Ø : CØ B7 CØ 2A 58 B7 ED 5B 54 B7 B7 ED 52 2B FD 21 : 9Ø2
BE8Ø : 46 E7 C3 3B CA Ø1 17 ØØ CD 25 C4 18 Ø6 Ø1 17 ØØ : 4F9
BE9Ø : CD 7D C4 CD 9F DE C3 BA C2 3A 86 EF 3D 28 Ø9 4F : 9Ø3
BEAØ : Ø6 ØØ CD 7D C4 CD 9F DE 21 Ø1 Ø1 22 86 EF C9 3A : 71B
BEBØ : Ø2 FØ FE Ø2 2Ø E3 3E 4C 18 Ø6 3E 54 18 Ø2 3E 56 : 4DD
BECØ : 32 C7 BE CD C2 DE 5E 4C 2Ø 49 53 2Ø 55 4E 44 45 : 6D6
BEDØ : 46 49 4E 45 44 ØØ Ø3 C3 E6 DE CD 1E BB 3A A4 C3 : 737
BEEØ : C6 Ø4 11 2Ø 64 CD 2E BF 48 43 16 ØA CD 2E BF ED : 66B
BEFØ : 43 Ø3 BF C6 3Ø 32 Ø5 BF CD C2 DE 5Ø 52 49 4E 54 : 6EB
-------------------------------------------------------------
       D3 7C 8E 4A 48 Ø8 FC 49 1D 28 DD 1D AC EØ Ø2 28 :75B1

BFØØ : 45 52 28 2Ø 36 36 2F 5Ø 41 47 45 29 2Ø 3D ØØ Ø4 : 321
BF1Ø : CD 7A DE CD D2 DC 7D B7 28 ØE D6 Ø4 32 A4 C3 6F : 8EC
BF2Ø : 26 Ø1 22 C1 F3 C3 56 C3 CD 9F DE C3 44 DE 43 92 : 8DD
BF3Ø : 38 ØA Ø6 31 1E 3Ø 92 38 Ø3 Ø4 18 FA 82 C9 CD BB : 57D
BF4Ø : DC F3 ED 5B 89 B7 3A 87 EF D6 51 ED 44 47 D3 5D : 9D6
BF5Ø : 1A D3 5F FE ØD 28 17 77 23 CD 75 BF 1Ø FØ D3 5D : 761
BF6Ø : 1A FE ØD 28 Ø5 CD 75 BF 18 F6 D3 5F FB C9 36 2Ø : 7AD
BF7Ø : 23 1Ø FB FB C9 1B 7A FE EF CØ 16 FF C9 3A Ø2 FØ : 93E
BF8Ø : FE Ø2 C2 6D DE 3A C3 CØ 3C E6 Ø1 32 C3 CØ 28 13 : 7DD
BF9Ø : CD C2 DE 4D 45 4D 4F 52 59 2Ø 52 45 54 55 52 4E : 646
BFAØ : ØØ Ø5 C9 CD C2 DE 4E 4F 52 4D 41 4C 2Ø 52 45 54 : 6ØF
BFBØ : 55 52 4E ØØ Ø5 C9 CD CE BC 3E Ø1 32 15 CØ CD C2 : 6EF
BFCØ : DE 53 45 41 52 43 48 2Ø 57 4F 52 44 2Ø 3D ØØ Ø5 : 452
BFDØ : CD 4E BC CD 1B CØ CD 7B BC 3Ø 23 CD 14 CØ 2Ø F6 : 88D
BFEØ : CD 4E CØ Ø6 16 C5 CD 89 BC 3Ø 12 CD 14 CØ 2Ø F6 : 7C7
BFFØ : CD 4E CØ C1 1Ø EF CD F2 DF 3E Ø1 18 Ø2 C1 AF 32 : 834
-------------------------------------------------------------
       Ø8 Ø3 BA B7 FA B1 BØ Ø2 A3 CF DD DF C6 67 2C 24 :7484
```

```
CØØØ : Ø6 CØ CD 2C C2 3E ØØ 3D 32 Ø6 CØ 2Ø C6 CD 1B CØ : 682
CØ1Ø : Ø6 17 18 D1 3E Ø1 3D 32 15 CØ C9 21 C8 F3 22 5Ø : 5AØ
CØ2Ø : CØ 11 27 ØØ 3E 2Ø ØE 17 Ø6 5Ø 77 23 1Ø FC 36 Ø7 : 3B4
CØ3Ø : 23 36 88 19 ØD 2Ø F1 C9 E5 21 B1 CC 3A 74 CC 4F : 72D
CØ4Ø : Ø6 ØØ 11 ØØ ØØ 3D 28 Ø3 1B 18 FA ED BØ E1 FD 21 : 548
CØ5Ø : C8 F3 CD 3B CA FD 36 Ø1 3A FD E5 D1 13 13 13 13 : 7FA
CØ6Ø : CD 64 DE 3E ØD 2A 43 CØ ØE FF ED B9 23 23 ØE Ø9 : 697
CØ7Ø : CD 6D C7 21 28 ØØ 19 22 5Ø CØ C9 3A Ø2 FØ FE Ø2 : 68A
CØ8Ø : 2Ø 3D 3E ØØ 3C 32 83 CØ FE Ø2 38 ØF 28 1D AF 32 : 4B9
CØ9Ø : 83 CØ 21 71 CA CD AE CØ C3 6E C4 21 F2 E6 11 71 : 94A
CØAØ : CA Ø1 AØ ØØ ED BØ 21 11 CB 18 Ø3 21 B1 CB 11 F2 : 6CØ
CØBØ : E6 Ø1 AØ ØØ ED BØ 21 64 CC CD 71 7Ø C3 E6 DE CD : 977
CØCØ : 51 C1 3E Ø1 3D C2 F6 CØ CD AC DC EB CD E4 CØ 2Ø : 9D7
CØDØ : ØA 11 38 FF 19 CD E4 CØ CA F6 CØ 78 D6 51 ED 44 : 92C
CØEØ : 32 87 EF C9 Ø6 5Ø 7E FE 2Ø 23 CØ 1Ø F9 AF C9 CD : 894
CØFØ : 2C B8 22 6A B7 C9 3E Ø1 32 87 EF C9 CD F8 C1 3A : 86Ø
----------------------------------------------------------
       63 F2 3D 54 3D EA FF A9 26 AC Ø1 DE B7 C7 41 72 :7397

C1ØØ : 87 EF 3C FE 51 28 Ø4 32 87 EF C9 3E Ø1 32 87 EF : 785
C11Ø : 18 3F CD F8 C1 3A 87 EF 3D 28 Ø4 32 87 EF C9 3E : 7A5
C12Ø : 5Ø 32 87 EF 2A 52 B7 7D B4 C8 CD 77 C4 CD F8 C1 : 9B2
C13Ø : 3A 86 EF 3D C2 E2 C1 CD 49 C5 CD DE C8 11 C8 F3 : A6B
C14Ø : 2A 54 B7 CD 64 DE CD 6B C7 C3 F2 DF CD AC DC 18 : A44
C15Ø : EF CD C7 C4 3A 86 EF 3C FE 17 C2 E2 C1 C3 B7 C1 : AE7
C16Ø : ED 4B 86 EF DB ØC Ø7 78 3Ø Ø8 FE Ø1 28 Ø4 3D 32 : 5E5
C17Ø : 87 EF CD BB DC ED 44 C6 5Ø 28 Ø9 4F Ø6 ØØ 54 5D : 758
C18Ø : 23 ED BØ EB 36 2Ø C3 B5 DE CB C3 63 C3 28 C3 D2 : 9C8
C19Ø : C2 85 C2 Ø9 C2 FE F9 DA B4 C1 CA C6 C1 ED 44 Ø7 : AA3
C1AØ : 5F 16 ØØ 21 87 C1 C3 CC BB 3A Ø2 FØ FE Ø2 C2 F6 : 8ØC
C1BØ : CØ CD 66 B7 CD C7 C4 CD ØØ C5 CD FB C7 11 18 FE : A4A
C1CØ : CD 43 C1 C3 E6 C8 2A 52 B7 7C B5 C8 CD F8 C1 2A : A1E
C1DØ : 52 B7 7C B7 2Ø 1Ø 3A 86 EF 3D BD 2Ø Ø9 F5 CD 77 : 777
C1EØ : C4 F1 32 86 EF C9 CD 77 C4 CD 49 C5 CD DE C7 11 : A8B
C1FØ : C8 F3 CD 43 C1 C3 DE C8 3A Ø2 FØ 3D CØ 3A CF E6 : AØD
----------------------------------------------------------
       65 74 64 6C 55 FD 5C 8F F7 C1 29 D4 7C 9F 39 AE :929D

C2ØØ : FE Ø2 CØ 3E Ø1 32 CF E6 C9 CD BB C8 2A 52 B7 DD : 9ØF
C21Ø : 5E ØØ DD 56 Ø1 7D AB 2Ø Ø7 7C AA 2Ø Ø3 21 ØØ ØØ : 44B
C22Ø : DD 75 ØØ DD 74 Ø1 CD BB C7 C3 D8 C9 CD C2 DE 48 : AØC
C23Ø : 49 54 2Ø 53 5Ø 41 43 45 2Ø 6F 72 2Ø 49 4E 5Ø 55 : 486
C24Ø : 54 2Ø 5Ø 4F 49 4E 54 45 52 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 7D DE : 51F
C25Ø : 3E C8 32 E1 DC CD CE DC FE 2Ø C8 F1 AF 32 E1 DC : AE1
C26Ø : EB CD 44 DE 2A 52 B7 B7 ED 52 CA 9A C7 D5 3E 17 : 958
C27Ø : 21 18 F4 Ø1 77 ØØ 36 8Ø 23 36 Ø8 Ø9 3D 2Ø F7 CD : 4E6
C28Ø : 4C C1 D1 18 1B CD 1E BB CD C2 DE 5Ø 4F 49 4E 54 : 7AE
C29Ø : 45 52 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 7A DE CD D2 DC EB CD 44 DE : 873
C2AØ : 2A 52 B7 B7 ED 52 C8 44 4D 3Ø ØC ØB 79 2F 4F 78 : 638
C2BØ : 2F 47 CD 25 C4 18 Ø3 CD 7D C4 2A 52 B7 Ø1 ØC Ø1 : 596
C2CØ : 24 25 2Ø Ø7 7D FE ØB 3Ø Ø2 2C 4D ED 43 86 EF C3 : 6Ø9
C2DØ : 9A C7 CD 1E BB CD C2 DE 44 45 4C 45 54 45 2Ø 66 : 7AD
C2EØ : 72 6F 6D 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 7A DE CD D2 DC 3Ø FB EB : 866
C2FØ : CD 44 DE 2A 52 B7 B7 ED 52 D8 E5 EB E5 CD ØA C8 : A44
----------------------------------------------------------
       Ø7 E3 24 73 1F 1C D8 6C 9E ED B7 DD BD 85 79 9F :7679
```

```
C3ØØ : 22 54 B7 CD 64 DE 36 ØD CD F2 DF E1 CD 2Ø CA C1 : 976
C31Ø : 2A 56 B7 B7 ED 42 22 56 B7 ØB 79 2F 4F 78 2F 47 : 63C
C32Ø : CD 38 C9 CD 6E BE 18 92 CD 1E BB CD C2 DE 4E 45 : 917
C33Ø : 57 2Ø 46 49 4C 45 2Ø 4E 41 4D 45 2Ø 3D ØØ Ø5 CD : 4Ø7
C34Ø : 3Ø DC 3A 97 DC CD 67 DC 11 63 E7 CD 26 E2 CD 3F : 9Ø5
C35Ø : E2 3E Ø1 32 11 D9 CD 44 DE CD C2 DE 4F 4B 21 21 : 775
C36Ø : ØØ Ø5 C9 CD 1E BB CD C2 DE 5Ø 52 49 4E 54 2Ø 4F : 6DD
C37Ø : 55 54 2Ø 66 72 6F 6D 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 7A DE CD D2 : 6A3
C38Ø : DC 3Ø FB 22 9D C3 EB 2A 52 B7 B7 ED 52 DA 44 DE : 999
C39Ø : 23 E5 CD ØE 5F DB 4Ø E6 Ø1 32 FØ B9 21 ØØ ØØ CD : 7ØD
C3AØ : ØA C8 D1 Ø6 3E CD C2 35 38 18 D5 C5 CD B6 B9 C1 : 892
C3BØ : D1 1B 7B B2 28 ØC 1Ø ED D5 CD E2 B9 CD E2 B9 D1 : 9CØ
C3CØ : 18 E1 CD E5 B9 CD 44 DE C3 9A C7 CD 1E BB AF 32 : 9FE
C3DØ : B6 DD 21 Ø1 8Ø ED 4B 58 B7 B7 ED 42 44 4D 2A 58 : 775
C3EØ : B7 CD 64 DE ED BØ 1B 2A 56 B7 AF 32 FF FF 1B 1B : 8CA
C3FØ : 1A FE ØD 2Ø Ø4 1B 2B 18 F7 13 13 3E 1A 12 ED 53 : 46E
-------------------------------------------------------------
       5Ø F6 14 62 14 EF DØ EF C3 D1 2C 61 EØ 6Ø BE DØ :7C6D

C4ØØ : 58 B7 22 56 B7 3E ØD 32 FF FF 2A 52 B7 CD 57 C8 : 7D8
C41Ø : ED 53 54 B7 CD 2Ø CA CD F2 DF 3E E8 32 E7 FE CD : AAA
C42Ø : 9F DE C3 D3 D6 C5 CD 1E BB D9 C1 2A 52 B7 Ø9 EB : A15
C43Ø : 2A 56 B7 B7 ED 52 3Ø ØA 3F ED 4A C8 44 4D ED 5B : 77E
C44Ø : 56 B7 ED 53 52 B7 C5 D9 C1 2A 58 B7 CD 64 DE 7E : 97B
C45Ø : 12 23 13 FE ØD 2Ø F8 ØB 78 B1 2Ø F3 22 58 B7 EB : 6CE
C46Ø : 2B 2B 3E ØD ED B9 23 23 22 54 B7 CD F2 DF CD 6E : 793
C47Ø : BE 2A 52 B7 C3 23 CA CD 9F DE Ø1 Ø1 ØØ C5 CD 35 : 7B4
C48Ø : BB C1 2A 52 B7 7C B5 C8 ED 42 3Ø Ø7 ED 4B 52 B7 : 84F
C49Ø : 21 ØØ ØØ CD 2Ø CA 2A 54 B7 2B CD 64 DE ØB 78 B1 : 67B
C4AØ : 28 11 1B 7E 12 2B 1B 7E 12 FE ØD 2Ø F8 ØB 78 B1 : 511
C4BØ : 2Ø F3 13 2B 3E ØD ED B9 23 23 22 54 B7 ED 53 58 : 64D
C4CØ : B7 CD F2 DF C3 6E BE CD F8 C1 CD 9F DE CD 1E BB : BBA
C4DØ : CD 64 DE ED 53 54 B7 2A 58 B7 7E FE 1A 28 Ø7 3E : 796
C4EØ : ØD ED B1 22 58 B7 CD 6E BE 2A 52 B7 23 CD 2Ø CA : 7E2
C4FØ : ED 4B 56 B7 79 95 78 9C 3Ø Ø3 22 56 B7 C3 F2 DF : 85D
-------------------------------------------------------------
       Ø1 9B AF 19 64 B4 1F 4F FC E4 8E 2D AC EB 46 FA :815C

C5ØØ : 3E 58 21 4Ø F4 11 C8 F3 ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ : 9EB
C51Ø : ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ : C68
C52Ø : ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ : C68
C53Ø : ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ : C68
C54Ø : ED AØ ED AØ 3D C2 Ø8 C5 C9 3E 58 21 17 FE 11 8F : 81B
C55Ø : FE ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED : CFE
C56Ø : A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED : CA8
C57Ø : A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED : CA8
C58Ø : A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 ED A8 3D C2 51 : B76
C59Ø : C5 C9 CD BB DC 2B F1 EE 2Ø FE 41 11 Ø4 C7 28 33 : 892
C5AØ : FE 49 11 1Ø C7 28 2C FE 55 11 1C C7 28 25 FE 45 : 65A
C5BØ : 11 28 C7 28 1E FE 4F 11 34 C7 28 17 FE 4E 2Ø Ø7 : 551
C5CØ : BE CØ 3E DD C3 88 C6 FE 59 C8 5F 7E FE 4E 7B CØ : A2D
C5DØ : 36 DD C9 3E 4B BE CA B2 C6 3E 47 BE CA BB C6 13 : 9Ø6
C5EØ : 3E 53 BE CA B2 C6 3E 5A BE CA BB C6 3E 4A BE CA : 942
C5FØ : BB C6 13 3E 54 BE CA B2 C6 3E 44 BE CA BB C6 13 : 8C4
-------------------------------------------------------------
       A9 7C F2 8A 6D 82 3B Ø5 69 56 D6 Ø4 65 CA 8A 56 :A278
```

```
C6ØØ : 3E 4E BE CA C7 C6 13 3E 4D BE CA B2 C6 13 3E 52 : 7E2
C61Ø : BE CA B2 C6 3E 4C BE CA B2 C6 13 3E 48 BE CA D7 : 982
C62Ø : C6 3E 42 BE CA BB C6 3E 5Ø BE CA CB C6 13 3E 57 : 89E
C63Ø : BE CA C7 C6 13 3E 46 BE CA F9 C6 13 3E 59 BE 1A : 875
C64Ø : CØ 13 2B 3E 4B ØE B7 BE 28 49 3E 47 BE 28 49 3E : 56D
C65Ø : 4E ØE C6 BE 28 3D 3E 53 ØE BC BE 28 36 3E 5A BE : 612
C66Ø : 28 36 3E 4A BE 28 31 3E 48 ØE CB BE 28 25 3E 42 : 4E7
C67Ø : BE 28 25 3E 5Ø BE 28 26 3E 4D ØE DØ BE 28 14 3E : 546
C68Ø : 52 ØE D8 BE 28 ØD 13 1A Ø5 21 87 EF 7Ø 21 F5 BA : 634
C69Ø : 36 Ø1 C9 CD A4 C6 18 FØ CD A4 C6 36 DE C9 CD A4 : 9C4
C6AØ : C6 36 DF C9 2B BE 2Ø Ø2 36 AF 23 71 23 1A C9 79 : 6A7
C6BØ : 18 Ø1 2B BE 1A 2Ø D1 36 AF 18 CD 2B BE 1A 2Ø Ø2 : 4FC
C6CØ : 36 AF 23 77 3E DE C9 1A C3 88 C6 2B BE 1A 2Ø Ø2 : 6B4
C6DØ : 36 AF 23 77 3E DF C9 2B 4F 3E 43 BE 2Ø 11 ØE C1 : 61E
C6EØ : 2B BE 2Ø Ø2 36 AF 23 71 13 13 13 13 1A 18 D9 3E : 419
C6FØ : 53 BE C2 AF C6 ØE BC 18 E7 2B BE 2Ø Ø2 36 AF 23 : 724
--------------------------------------------------------------
       C4 BF AØ 49 EC 67 B8 89 98 2B 59 A8 15 87 5A 13 :6BCD

C7ØØ : 36 CC 1A C9 B6 BB CØ C5 CF D7 CA DC A7 B1 AC D4 : AFF
C71Ø : B7 BC C1 C6 DØ D8 CB A8 A8 B2 A8 B2 B8 BD C2 C7 : BC7
C72Ø : D1 D9 CC A9 A9 B3 AD D5 B9 BE C3 C8 D2 DA CD AA : C22
C73Ø : AA B4 AA B4 BA BF C4 C9 D3 DB CE A6 AB B5 AE D6 : BC8
C74Ø : 3E Ø1 32 CØ F3 CD C2 DE D4 D4 AF 21 21 2Ø B6 B8 : 8B8
C75Ø : BC BA CF DD C4 DE 28 5E 48 29 B6 DE 2Ø DØ C2 B6 : 9B7
C76Ø : AF C3 BC CF AF CØ 21 21 ØØ Ø6 C9 ØE ØA Ø6 Ø8 7E : 621
C77Ø : FE 1A 28 1A 23 FE Ø9 28 ØD FE ØD 28 11 12 13 1Ø : 432
C78Ø : EE ØD 2Ø E9 23 C9 3E 2Ø 12 13 1Ø FC 18 F3 3E 2Ø : 5E8
C79Ø : 12 13 1Ø FC Ø6 Ø8 ØD 2Ø F7 C9 CD DE C7 CD 64 DE : 7AD
C7AØ : 3A 86 EF 11 C8 F3 47 CD DØ C7 3A 86 EF D6 17 ED : 9AF
C7BØ : 44 47 2A 58 B7 CD DØ C7 CD F2 DF FD 21 19 F4 Ø1 : 8F2
C7CØ : ØØ 17 C5 CD EC C8 11 78 ØØ FD 19 C1 ØC 1Ø F3 C9 : 795
C7DØ : C5 CD 6B C7 EB Ø1 28 ØØ Ø9 EB C1 1Ø F3 C9 2A 54 : 7D7
C7EØ : B7 3A 86 EF 3D C8 5F 2B 2B Ø1 ØØ 8Ø CD 64 DE 3E : 6EE
C7FØ : ØD ED B9 1D 2Ø FB 23 23 C3 F2 DF 3A 86 EF D6 17 : 861
--------------------------------------------------------------
       16 A5 EE 6Ø 4E 8B 2D 2A C9 93 ED 19 79 EØ FA 75 :8A63

C8ØØ : ED 44 2A 52 B7 85 6F 3Ø Ø1 24 EB 2A 52 B7 B7 ED : 76F
C81Ø : 52 28 16 38 18 21 ØØ ØØ Ø1 ØØ 8Ø CD 64 DE 7A B3 : 4BE
C82Ø : 28 D6 3E ØD ED B1 1B 18 F5 2A 54 B7 C9 2B 7D 2F : 6E4
C83Ø : 6F 7C 2F 67 EB ED 4B 56 B7 Ø3 B7 ED 42 3Ø 14 2A : 7Ø8
C84Ø : 58 B7 Ø1 FF FF CD 64 DE 1B 7A B3 28 AB 3E ØD ED : 87Ø
C85Ø : B1 18 F5 21 ØØ 8Ø C9 22 76 C8 EB 21 ØØ ØØ Ø1 FF : 694
C86Ø : FF 7E FE 1A 28 ØE 22 7C C8 3E ØD ED B1 7A B3 28 : 76F
C87Ø : Ø4 1B 18 ED 13 21 ØØ ØØ B7 ED 52 11 ØØ ØØ C9 CD : 4F5
C88Ø : 9F DE CD 1E BB AF CD C5 B7 11 ED CC 3A 83 CØ B7 : A19
C89Ø : 28 Ø3 11 54 D1 21 E7 F3 ØE 17 C5 Ø6 31 1A 77 23 : 531
C8AØ : 13 1Ø FA 23 36 E8 Ø1 46 ØØ Ø9 C1 ØD 2Ø EC CD 89 : 5DE
C8BØ : DE 3A BA B7 B7 C4 C3 B7 C3 C5 C3 CD 83 35 CD 83 : A9E
C8CØ : 35 F5 CD D9 35 F1 FE 33 DD 21 5E B7 C8 DD 21 6Ø : 96Ø
C8DØ : B7 DØ FE 32 DD 21 5C B7 C8 DD 21 5A B7 C9 FD 21 : 986
C8EØ : 19 F4 ØE ØØ 18 Ø6 FD 21 69 FE ØE 16 2A 52 B7 Ø6 : 51B
C8FØ : ØØ Ø9 3A 86 EF 3D 4F ED 42 ED 5B 5A B7 CD 16 C9 : 778
--------------------------------------------------------------
       9F 13 5E Ø2 73 91 42 C7 96 9D 91 ØF 8B 2B Ø8 1Ø :74CØ
```

```
C9ØØ : ED 5B 5C B7 CD 16 C9 ED 5B 5E B7 CD 16 C9 ED 5B : 958
C91Ø : 6Ø B7 CD 16 C9 C9 7B B2 28 ØD E5 ED 52 E1 2Ø Ø7 : 81A
C92Ø : F1 FD 36 ØØ 2Ø 18 Ø4 FD 36 ØØ E8 FD 36 Ø1 8Ø C9 : 6F8
C93Ø : Ø1 Ø1 ØØ 18 Ø3 Ø1 FF FF ED 5B 52 B7 FD 21 5A B7 : 69C
C94Ø : CD 49 C9 CD 49 C9 C3 D8 C9 CD 4C C9 FD 6E ØØ FD : A6C
C95Ø : 66 Ø1 FD 23 FD 23 7D B4 C8 7D 93 7C 9A D8 ED 4A : 8D5
C96Ø : FA 77 C9 28 ØD 7D 93 7C 9A 38 ØC FD 75 FE FD 74 : 8BA
C97Ø : FF C9 3E E8 32 19 F4 FD 36 FE ØØ FD 36 FF ØØ C9 : 959
C98Ø : 21 5A B7 Ø6 Ø8 36 ØØ 23 1Ø FB C9 21 E1 CA 11 62 : 5AC
C99Ø : E7 Ø1 1Ø ØØ ED BØ C9 AF 32 11 D9 CD 8Ø C9 21 ØØ : 76Ø
C9AØ : ØØ 22 56 B7 22 54 B7 CD 2Ø CA CD D8 C9 21 E2 CA : 84E
C9BØ : 11 E3 CA 36 2Ø Ø1 Ø9 ØØ ED BØ CD 8B C9 CD 64 DE : 7EB
C9CØ : 21 Ø1 ØØ 22 58 B7 3E 1A 32 ØØ 8Ø 77 2B 36 ØD CD : 4ØF
C9DØ : F2 DF 21 ØØ 8Ø C3 76 BE 3A 83 CØ B7 CØ 2A 5A B7 : 898
C9EØ : FD 21 2Ø FF CD 3B CA FD 21 Ø6 E7 CD 3B CA 2A 5C : 872
C9FØ : B7 FD 21 2E FF CD 3B CA FD 21 16 E7 CD 3B CA 2A : 8EB
-----------------------------------------------------------------
       4B F8 75 27 19 37 5Ø DE EØ 76 3A EØ C3 F5 A4 7A :7FA3

CAØØ : 5E B7 FD 21 3C FF CD 3B CA FD 21 26 E7 CD 3B CA : 93D
CA1Ø : 2A 6Ø B7 FD 21 4A FF CD 3B CA FD 21 36 E7 18 1B : 7E8
CA2Ø : 22 52 B7 3A 83 CØ B7 CØ FD 21 12 FF FD 36 FD 5Ø : 8CE
CA3Ø : FD 36 FE 4F CD 3B CA FD 21 F6 E6 E5 D9 E1 Ø6 2Ø : A11
CA4Ø : 11 1Ø 27 CD 5F CA 11 E8 Ø3 CD 5F CA 11 64 ØØ CD : 672
CA5Ø : 5F CA 1E ØA CD 5F CA 7D C6 3Ø FD 77 ØØ D9 C9 AF : 87F
CA6Ø : ED 52 38 Ø5 3C Ø6 3Ø 18 F7 19 8Ø FD 77 ØØ FD 23 : 62A
CA7Ø : C9 FB 5Ø 4F 3D 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 3Ø ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 35Ø
CA8Ø : ØØ FA 4D 31 3D 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 3Ø ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 265
CA9Ø : ØØ FA 4D 32 3D 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 3Ø ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 266
CAAØ : ØØ FA 4D 33 3D 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 3Ø ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 267
CABØ : ØØ FA 4D 34 3D 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 3Ø ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 268
CACØ : ØØ FB 52 4D 3D 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 3Ø ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 287
CADØ : ØØ FC 2Ø 44 45 4C 45 54 45 ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 2CF
CAEØ : ØØ FD 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø ØØ ØØ ØØ ØØ : 23D
CAFØ : ØØ FE 5Ø 52 49 4E 54 45 52 ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 322
-----------------------------------------------------------------
       CD AØ 4C 9F 31 ED D1 BB 5A 34 12 89 7B Ø8 1C F4 :5ØBE

CBØØ : ØØ FF 2Ø 45 58 49 54 2Ø ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 279
CB1Ø : ØØ 4Ø 43 2C 2Ø 28 C4 DE 29 7F 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ : 53D
CB2Ø : ØØ 4Ø 44 2C 2Ø 28 DA 29 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ ØØ ØØ : 3F7
CB3Ø : ØØ 4Ø 45 2C 2Ø 28 DØ 29 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ ØØ ØØ : 3EE
CB4Ø : ØØ 4Ø 46 2C 2Ø 28 CC A7 29 7F 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ : 511
CB5Ø : ØØ 4Ø 47 2C 2Ø 28 BF 29 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ ØØ ØØ : 3DF
CB6Ø : ØØ 4Ø 41 2C 2Ø 28 D7 29 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ ØØ ØØ : 3F1
CB7Ø : ØØ 4Ø 42 2C 2Ø 28 BC 29 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ ØØ ØØ : 3D7
CB8Ø : ØØ 4Ø 4F 2C B5 B8 CØ BØ CC DE 7F 7F 7F 7F 7F 7F : 83C
CB9Ø : ØØ 7F 5Ø 2C 2Ø 28 2B 29 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ ØØ ØØ : 393
CBAØ : ØØ 7F 4D 2C 2Ø 28 2D 29 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ ØØ ØØ : 392
CBBØ : ØØ 4Ø 4B 31 2C 52 B7 BØ B5 DD 7F 7F 7F 7F 7F ØØ : 6AE
CBCØ : ØØ 4Ø 4B 3Ø 2C 52 B7 BØ B5 CC 7F 7F 7F 7F 7F ØØ : 69C
CBDØ : ØØ 4Ø 4C 2C 2Ø C5 B6 DE BB 7F 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ : 667
CBEØ : ØØ 4Ø 52 2C 2Ø B7 AD B3 CC 7F 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ : 63C
CBFØ : ØØ 4Ø 32 2C ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : Ø9E
-----------------------------------------------------------------
       ØØ 3D 4E E2 C5 89 C9 65 88 FC F2 F2 79 79 7D 7F :4A3F
```

```
CCØØ : ØØ 4Ø 34 2C ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØAØ
CC1Ø : ØØ 4Ø 38 2C ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØA4
CC2Ø : ØØ 4Ø 31 36 2C ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØD3
CC3Ø : ØØ 4Ø 33 32 2C ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØD1
CC4Ø : ØØ 7F 2E 2C 2Ø CC C3 DD 7F 7F 7F 7F ØØ ØØ ØØ ØØ : 561
CC5Ø : ØØ 2Ø B7 8B CE 58 67 DE CE 58 6F 58 32 2C 32 31 : 67B
CC6Ø : 2C 31 2C 31 3Ø 2C 32 33 2C 31 2C 31 Ø1 A8 4B E8 : 411
CC7Ø : 4F Ø8 5Ø E8 Ø1 ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 19Ø
CC8Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CC9Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CCAØ : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CCBØ : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CCCØ : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CCDØ : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CCEØ : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ 98 95 95 : 1C2
CCFØ : 95 95 91 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 94C
-----------------------------------------------------------
       1Ø 6D C2 25 ØC E5 F1 83 ØE 9D AF 9D C8 Ø1 A7 43 :1F73

CDØØ : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 95Ø
CD1Ø : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 99 96 2Ø : 8EØ
CD2Ø : 5E 4A 2Ø 96 2Ø 31 2Ø B7 DE AE B3 2Ø BF B3 C6 AD : 7CA
CD3Ø : B3 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø : 293
CD4Ø : 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 96 96 : 2EC
CD5Ø : 2Ø 5E 4B 2Ø 96 2Ø 31 2Ø B7 DE AE B3 2Ø BB B8 BC : 735
CD6Ø : DE AE 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø : 34C
CD7Ø : 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 96 : 276
CD8Ø : 96 2Ø 5E 43 2Ø 96 2Ø 43 4F 5Ø 59 2Ø 42 55 46 46 : 4AB
CD9Ø : 45 52 28 31 29 2Ø CD 2Ø 31 2Ø B7 DE AE B3 2Ø 5Ø : 5DD
CDAØ : 55 53 48 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø : 29Ø
CDBØ : 96 96 2Ø 5E 58 2Ø 96 2Ø 43 4F 5Ø 59 2Ø 42 55 46 : 51Ø
CDCØ : 46 45 52 28 31 29 2Ø CD 2Ø 31 2Ø B7 DE AE B3 2Ø : 5D3
CDDØ : 5Ø 55 53 48 2Ø 26 2Ø BB B8 BC DE AE 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø : 5E1
CDEØ : 2Ø 96 96 2Ø 5E 5A 2Ø 96 2Ø 43 4F 5Ø 59 2Ø 42 55 : 4EC
CDFØ : 46 46 45 52 28 31 29 2Ø D6 D8 2Ø 31 2Ø B7 DE AE : 627
-----------------------------------------------------------
       3B B1 83 34 F8 CB 27 62 FØ 1D F8 DA 3Ø 2B 6D C9 :555F

CEØØ : B3 2Ø 5Ø 4F 5Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø : 322
CE1Ø : 2Ø 2Ø 96 96 2Ø 5E 59 2Ø 96 2Ø 43 4F 5Ø 59 2Ø 42 : 4B6
CE2Ø : 55 46 46 45 52 28 31 29 2Ø D6 D8 2Ø 31 2Ø B7 DE : 5CE
CE3Ø : AE B3 2Ø 52 45 5Ø 45 41 54 2Ø 5Ø 4F 5Ø 2Ø 2Ø 2Ø : 4B1
CE4Ø : 2Ø 2Ø 2Ø 96 96 2Ø 5E 57 2Ø 96 2Ø 43 4F 5Ø 59 2Ø : 492
CE5Ø : 42 55 46 46 45 52 28 32 29 2Ø CD 2Ø 42 4C 4F 43 : 46A
CE6Ø : 4B 2Ø 47 45 54 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø : 2AB
CE7Ø : 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 96 96 2Ø 5E 4F 2Ø 96 2Ø 43 4F 5Ø 59 : 48A
CE8Ø : 2Ø 42 55 46 46 45 52 28 32 29 2Ø A6 2Ø 42 4C 4F : 42Ø
CE9Ø : 43 4B 2Ø 5Ø 55 54 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø : 2E7
CEAØ : 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 96 96 2Ø 5E 45 2Ø 96 2Ø B6 BØ BF : 58A
CEBØ : D9 2Ø B2 BA B3 2Ø A6 2Ø 43 4F 5Ø 59 2Ø 42 55 46 : 636
CECØ : 46 45 52 28 33 29 2Ø CD 2Ø 5Ø 55 53 48 2Ø 26 2Ø : 414
CEDØ : BC AE B3 B7 AE 2Ø 96 96 2Ø 5E 41 2Ø 96 2Ø B6 BØ : 7C9
CEEØ : BF D9 2Ø B2 BA B3 2Ø CD 2Ø 43 4F 5Ø 59 2Ø 42 55 : 6D6
CEFØ : 46 46 45 52 28 33 29 2Ø A6 2Ø 5Ø 4F 5Ø 2Ø 2Ø 2Ø : 3DC
-----------------------------------------------------------
       Ø6 CD CA 1Ø FD 9C 62 89 DB 1A 13 48 EC 9E DE F5 :4BDE
```

```
CF00 : 20 20 20 20 20 20 20 96 96 20 5E 51 20 96 20 B6 : 467
CF10 : B0 BF D9 20 B2 BA B3 20 CD 20 43 4F 50 59 20 42 : 731
CF20 : 55 46 46 45 52 28 33 29 20 A6 20 52 45 50 45 41 : 44F
CF30 : 54 20 50 4F 50 20 20 20 96 96 20 5E 46 20 96 20 : 489
CF40 : 46 49 4E 44 20 57 4F 52 44 20 28 BD CD DF B0 BD : 69B
CF50 : 20 CC B6 29 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 : 34B
CF60 : 20 20 20 20 20 20 20 20 20 96 96 20 5E 53 20 96 : 3D3
CF70 : 20 53 45 41 52 43 48 20 57 4F 52 44 20 28 BD CD : 504
CF80 : DF B0 BD 20 CC B6 29 20 20 20 20 20 20 20 20 20 : 537
CF90 : 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 96 96 20 5E 47 20 : 351
CFA0 : 96 20 43 48 41 4E 47 45 20 57 4F 52 44 20 28 BD : 4BD
CFB0 : CD DF B0 BD 20 CC B6 29 20 20 20 20 20 20 20 20 : 5E4
CFC0 : 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 96 96 20 5E 49 : 353
CFD0 : 20 96 20 53 45 41 52 43 48 20 4C 41 42 45 4C 20 : 42C
CFE0 : B7 DE AE B3 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 : 476
CFF0 : 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 96 96 20 5E : 32A
-----------------------------------------------------------
       98 50 D6 2D 18 8D F5 02 1C D8 E2 D0 98 B2 61 9D :4975

D000 : 55 20 96 20 4C 41 53 54 20 50 41 47 45 20 28 50 : 434
D010 : 4F 49 4E 54 45 52 20 2D 32 33 29 20 20 20 20 20 : 34C
D020 : 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 96 96 20 : 2EC
D030 : 5E 4E 20 96 20 4E 45 58 54 20 50 41 47 45 20 28 : 446
D040 : 50 4F 49 4E 54 45 52 20 2B 32 33 29 20 20 20 20 : 37A
D050 : 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 96 96 : 2EC
D060 : 20 5E 42 20 96 20 50 4F 49 4E 54 45 52 20 A6 20 : 49D
D070 : BB B2 B6 B7 DE AE B3 20 CD 20 B2 C4 DE B3 20 20 : 96D
D080 : 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 96 : 276
D090 : 96 20 5E 4D 20 96 20 46 2E 4B 45 59 20 B7 D8 B6 : 5F9
D0A0 : B4 20 28 C9 B0 CF D9 2F 4D 53 4C 31 2F 4D 53 4C : 684
D0B0 : 32 29 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 : 21B
D0C0 : 96 96 20 5E 52 20 96 20 52 45 54 55 52 4E 20 D3 : 5A5
D0D0 : B0 C4 DE 20 B7 D8 B6 B4 20 28 C9 B0 CF D9 2F D2 : 9D5
D0E0 : D3 D8 B0 29 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 : 404
D0F0 : 20 96 96 20 5E 44 20 96 20 BD B8 D8 2D DD 20 D7 : 732
-----------------------------------------------------------
       42 A7 8F 8C 50 35 12 E7 94 AB F9 E1 39 96 74 02 :4EE0

D100 : B2 DD 20 4F 4E 2F 4F 46 46 20 20 20 20 20 20 20 : 436
D110 : 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 : 200
D120 : 20 20 96 9A 95 95 95 95 90 95 95 95 95 95 95 95 : 867
D130 : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 950
D140 : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 950
D150 : 95 95 95 9B 98 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 959
D160 : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 950
D170 : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 950
D180 : 95 95 95 95 99 96 20 20 20 20 20 20 20 4D 53 4C : 54F
D190 : 28 4D 75 73 69 63 20 53 75 70 65 72 20 4C 61 6E : 593
D1A0 : 67 75 61 67 65 29 20 66 6F 72 20 53 53 44 20 20 : 4E3
D1B0 : 20 20 20 20 20 96 93 95 95 95 95 95 95 95 91 95 : 702
D1C0 : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 950
D1D0 : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 950
D1E0 : 95 95 95 95 95 95 92 96 20 40 54 20 20 20 20 96 : 670
D1F0 : 20 C3 DD CE DF 28 31 37 7E 32 35 35 29 20 20 D8 : 658
-----------------------------------------------------------
       FE FF E6 14 14 6C CD 49 40 F1 AB B7 59 9A 8D C5 :7365
```

```
D200 : BD DE D1 28 31 7E 39 39 29 20 20 20 20 20 20 20 : 4BE
D210 : 20 20 20 20 20 20 20 96 96 20 40 43 7E 40 42 20 : 3CF
D220 : 96 20 B5 DD B6 B2 20 28 23 2F 62 20 CA 20 50 2F : 635
D230 : 4D 20 A6 20 C2 B9 D9 29 20 20 20 20 20 20 20 20 : 4B0
D240 : 20 20 20 20 20 20 20 20 96 96 20 40 56 20 20 20 : 342
D250 : 20 96 20 B5 DD D8 AE B3 28 31 7E 31 35 29 20 20 : 647
D260 : D8 BD DE D1 28 31 7E 33 31 29 20 20 20 20 20 20 : 568
D270 : 20 20 20 20 20 20 20 20 20 96 96 20 40 51 20 20 : 33D
D280 : 20 20 96 20 D3 B0 C4 DE 28 30 7E 33 29 2A 31 36 : 5DE
D290 : 2B 51 28 31 7E 38 29 20 20 20 20 20 20 20 20 20 : 2D4
D2A0 : 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 96 96 20 40 56 42 : 364
D2B0 : 20 20 20 96 20 CB DE CC DE D7 B0 C4 20 20 D3 B0 : 877
D2C0 : C4 DE 28 30 7E 33 29 2A 36 34 2B DA CD DE D9 28 : 719
D2D0 : 30 7E 36 33 29 2C BC AD B3 B7 20 96 96 20 40 54 : 63F
D2E0 : 52 20 20 20 96 20 C4 DA D3 DB 20 20 20 20 20 D3 : 627
D2F0 : B0 C4 DE 28 30 7E 33 29 2A 36 34 2B DA CD DE D9 : 7A1
---------------------------------------------------------------
       79 C2 E4 BD 0C 22 85 0A 3D 58 B9 BC 59 EF E3 7F :554D

D300 : 28 30 7E 31 35 29 2C BC AD B3 B7 20 96 93 95 95 : 6D7
D310 : 95 95 95 95 95 8F 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 94A
D320 : 95 95 95 95 95 91 95 95 95 95 95 95 95 91 95 95 : 948
D330 : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 92 96 20 : 8D9
D340 : 40 4C 20 20 20 20 96 20 40 31 7E 40 36 34 20 28 : 3A3
D350 : 36 34 7E 31 29 20 96 20 40 4C 33 20 20 20 96 20 : 3ED
D360 : 31 2F 33 20 B5 DD C1 AE B3 20 BC C3 B2 20 96 96 : 804
D370 : 20 40 52 20 20 20 20 96 20 B7 AD B3 CC 20 20 20 : 52B
D380 : 20 20 20 20 20 20 20 96 20 40 57 20 20 20 20 96 : 343
D390 : 20 C0 B2 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 96 : 3A8
D3A0 : 96 20 40 4B 20 20 20 20 96 20 B7 B0 20 28 2D 31 : 484
D3B0 : 32 7E 31 32 29 20 20 20 96 20 40 46 49 4E 20 20 : 3AF
D3C0 : 96 20 B4 DD BF B3 20 B5 DC D8 20 20 20 20 20 20 : 702
D3D0 : 96 96 20 40 4F 20 20 20 20 96 20 B5 B8 C0 B0 CC : 6BA
D3E0 : DE 28 31 7E 38 29 20 20 20 96 40 4F 50 2F 40 4F : 4A9
D3F0 : 4D 96 20 B5 B8 C0 B0 CC DE 20 2B 31 2F 2D 31 20 : 6B3
---------------------------------------------------------------
       0D D0 C8 8E 99 57 88 B6 25 8A A9 40 29 D1 8F B5 :5F37

D400 : 20 96 96 20 40 40 20 20 20 20 96 20 B5 DD BC AE : 61E
D410 : B8 20 28 B1 C4 DE DA BD 29 20 96 40 56 55 2F 40 : 723
D420 : 56 44 96 20 B5 DD D8 AE B3 20 20 2B 31 2F 2D 31 : 644
D430 : 20 20 96 96 20 40 4A 50 31 20 20 96 20 C3 DE B0 : 5DE
D440 : C0 20 B1 C4 DE DA BD 20 20 20 20 96 20 40 4A 50 : 6DA
D450 : 33 20 20 96 20 B1 C4 DE DA BD 20 28 43 48 33 2C : 645
D460 : 31 29 20 96 96 20 40 43 41 4C 31 20 96 20 C3 DE : 57E
D470 : B0 C0 20 B1 C4 DE DA BD 20 20 20 20 96 20 40 43 : 733
D480 : 41 4C 4D 20 96 20 B1 C4 DE DA BD 2C B6 B2 BD B3 : 89E
D490 : 20 20 20 20 96 96 20 40 52 45 54 20 20 96 20 BB : 4A8
D4A0 : CC DE C3 DE B0 C0 20 45 4E 44 20 20 20 96 20 40 : 708
D4B0 : 50 52 4F 47 20 96 20 CC DF DB B8 DE D7 D1 20 B1 : 8A3
D4C0 : C4 DE DA BD 20 96 96 20 40 4C 52 20 20 20 96 20 : 699
D4D0 : 4C 2F 52 20 BC C3 B2 20 28 53 42 2D 32 29 96 20 : 539
D4E0 : 40 4C 46 4F 20 20 96 20 4C 46 4F 20 BC C3 B2 20 : 569
D4F0 : 28 53 42 2D 32 29 96 96 20 40 59 20 20 20 20 96 : 440
---------------------------------------------------------------
       17 8B 2E E6 5B 72 3C E4 B9 2C 22 F6 E6 C7 91 C1 :659F
```

```
D500 : 20 49 43 B1 C4 DE DA BD 2C C3 DE B0 C0 20 20 96 : 8A9
D510 : 20 40 45 56 20 20 20 96 20 45 4E 56 20 BC AD B3 : 536
D520 : B7 20 20 53 53 47 20 96 96 20 40 52 36 20 20 20 : 478
D530 : 96 20 53 53 47 20 C9 B2 BD DE 28 30 7E 33 31 29 : 63C
D540 : 96 20 40 52 37 20 20 20 96 20 53 53 47 20 C4 B0 : 516
D550 : DD 26 C9 B2 BD DE 20 20 96 96 20 40 53 20 20 20 : 698
D560 : 20 96 20 53 53 47 20 45 4E 56 20 CA DF C0 B0 DD : 6E2
D570 : 20 96 40 4B 31 2F 40 4B 30 96 20 D8 BD DE D1 20 : 676
D580 : B7 B0 20 4F 4E 2F 4F 46 46 96 9A 95 95 95 95 95 : 747
D590 : 95 95 90 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 94B
D5A0 : 95 95 90 95 95 95 95 95 95 95 90 95 95 95 95 95 : 946
D5B0 : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 9B 98 95 95 95 91 : 955
D5C0 : 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 99 96 : 955
D5D0 : 20 31 20 96 20 44 52 49 56 45 20 3D 20 31 20 20 : 38F
D5E0 : 20 20 96 96 20 32 20 96 20 44 52 49 56 45 20 3D : 46B
D5F0 : 20 32 20 20 20 20 96 96 20 41 20 96 20 54 6F 20 : 418
-------------------------------------------------------------
       AB C2 A4 3E F8 F2 2E 7A 79 5C C8 C5 49 C0 1F C2 :6A2D

D600 : 41 73 73 65 6D 62 6C 65 72 20 96 96 20 42 20 96 : 602
D610 : 20 54 6F 20 42 61 73 69 63 20 20 20 20 20 96 96 : 4B1
D620 : 20 45 20 96 20 45 64 69 74 20 20 20 20 20 20 20 : 3A1
D630 : 20 20 96 96 20 46 20 96 20 46 69 6C 65 73 20 20 : 4DB
D640 : 20 20 20 20 20 20 96 96 20 4B 20 96 20 4B 69 6C : 44D
D650 : 6C 20 66 69 6C 65 20 20 20 20 96 96 20 4C 20 96 : 4FA
D660 : 20 4C 6F 61 64 20 66 69 6C 65 20 20 20 20 96 96 : 50C
D670 : 20 4E 20 96 20 4E 65 77 20 20 20 20 20 20 20 20 : 36E
D680 : 20 20 96 96 20 52 20 96 20 52 65 6E 61 6D 65 20 : 52C
D690 : 66 69 6C 65 20 20 96 96 20 53 20 96 20 53 61 76 : 57F
D6A0 : 65 20 66 69 6C 65 20 20 20 20 96 96 20 2A 20 96 : 4D1
D6B0 : 20 54 6F 20 4C 6F 64 65 72 20 20 20 20 20 96 9A : 4C9
D6C0 : 95 95 95 90 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 : 94B
D6D0 : 95 95 9B CD 82 DB CD 0E 5F 21 56 D7 CD 1D DF 21 : 861
D6E0 : 5C CC CD 71 70 3E E8 32 B4 E6 3E 01 32 83 DC CD : 865
D6F0 : E6 DE 31 00 B7 FB 21 F2 D6 E5 CD 0F DF CD 0F DF : 9EB
-------------------------------------------------------------
       E4 D7 B2 83 35 30 89 DB 85 FC 66 E4 79 D8 10 4C :5D31

D700 : CD 95 DB CD 18 DE FE 61 38 06 FE 7B 30 F5 CB AF : 9B5
D710 : 21 39 D7 01 0E 00 ED B9 20 E9 F5 C5 CD 9F DE C1 : 8B4
D720 : F1 CB 21 21 3A D7 09 5E 23 66 6B E9 01 0C 31 32 : 5C3
D730 : 41 42 45 46 4B 4C 4E 52 53 2A E3 D7 06 D8 0B D8 : 63D
D740 : 0B D8 16 D8 4E DF 43 D8 78 D8 A2 D8 C3 D8 5A D9 : 9B1
D750 : 6D D9 13 DA 1E D8 20 20 20 3D 3D 3D 3D 20 57 65 : 559
D760 : 6C 63 6F 6D 65 20 74 6F 20 48 49 54 2D 38 38 20 : 4D5
D770 : 77 6F 72 6C 64 20 3D 3D 3D 3D 20 20 20 20 28 43 : 427
D780 : 29 31 39 38 39 20 62 79 20 54 2E 48 69 64 61 6B : 482
D790 : 61 20 20 76 65 72 2E 20 31 2E 32 00 45 64 69 74 : 453
D7A0 : 00 46 69 6C 65 73 00 4B 69 6C 6C 00 4C 6F 61 64 : 4FF
D7B0 : 00 4E 65 77 00 52 65 6E 61 6D 65 00 53 61 76 65 : 511
D7C0 : 00 4B 49 4C 4C 53 41 56 45 20 B8 D7 BD C0 20 CC : 673
D7D0 : D8 B0 00 53 41 4D 45 20 46 49 4C 45 20 45 58 49 : 4F4
D7E0 : 53 54 00 CD 0E 5F 11 BB D5 21 BB F4 01 0E 14 C5 : 63A
D7F0 : 1A 77 23 13 10 FA 01 64 00 09 C1 0D 20 F1 3E 10 : 46C
-------------------------------------------------------------
       4A 09 B5 D0 8E 48 E3 55 3E 07 3A EE 9C 64 61 AD :5F61
```

```
D8ØØ : 32 86 EF C3 E6 DE CD ØE 5F 18 Ø5 D6 31 32 Ø3 DB : 79C
D81Ø : CD E6 DE C3 ØØ D7 21 39 DB 11 ØØ B7 18 Ø6 21 46 : 6AD
D82Ø : DB 11 Ø3 B7 ED 53 3E D8 CD 1D DF CD 1F DE AF 32 : 87Ø
D83Ø : 2Ø DE CD 97 C9 3E 32 32 ØB DB 21 Ø7 DB 11 ØØ B7 : 67E
D84Ø : C3 35 DF 21 9C D7 CD 1D DF CD C2 DE 5Ø 4F 49 4E : 8D7
D85Ø : 54 45 52 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 7A DE CD CE DC CD 64 DE : 7F8
D86Ø : CD 57 C8 22 52 B7 ED 53 54 B7 CD F2 DF AF 32 83 : 964
D87Ø : DC 3C 32 2Ø DE C3 5D BA 21 A1 D7 CD 1D DF CD 9Ø : 8E1
D88Ø : DA C3 E6 DE 11 8F D8 Ø1 Ø4 ØØ ED BØ CD C2 DE 4B : 933
D89Ø : 49 4C 4C 2Ø 46 49 4C 45 2Ø 4E 41 4D 45 2Ø 3D ØØ : 3BF
D8AØ : Ø5 C9 21 A7 D7 CD 1D DF 21 C1 D7 CD 84 D8 CD 3Ø : 915
D8BØ : DC CD 59 DA 11 8F EC CD 26 E2 CD 48 E2 CD 7E DA : A59
D8CØ : C3 56 C3 21 AC D7 CD 1D DF 2A 58 B7 2B 7C B5 28 : 8Ø6
D8DØ : Ø7 3C 32 11 D9 CD 23 DE CD AD E1 CD C2 DE 49 4E : 88C
D8EØ : 5Ø 55 54 2Ø 46 49 4C 45 2Ø 4E 55 4D 42 45 52 2Ø : 442
D8FØ : 3D ØØ Ø5 CD 7A DE CD 4E DE F5 2A 58 B7 7C B7 2Ø : 7E1
-------------------------------------------------------------
       15 F4 C2 F5 29 96 BØ C8 F5 2F C2 Ø7 C9 73 EC 54 :7D6Ø

D9ØØ : Ø5 7D 3D 2Ø Ø1 2B CD B3 DB F1 CD F9 DF 22 58 B7 : 82D
D91Ø : 3E ØØ B7 2Ø 23 3C 32 11 D9 CD F8 E1 DD E5 E1 Ø1 : 7DA
D92Ø : Ø6 ØØ 11 E2 CA ED BØ 7E FE 2Ø 28 Ø9 3E 2E 12 13 : 5BE
D93Ø : Ø1 Ø3 ØØ ED BØ CD 8B C9 CD 44 DE CD 64 DE 21 FF : 8EØ
D94Ø : FF CD 57 C8 ED 53 54 B7 22 56 B7 CD 2Ø CA 21 ØØ : 83D
D95Ø : 8Ø CD 76 BE CD F2 DF C3 E6 DE 21 B1 D7 CD 1D DF : B18
D96Ø : CD 1F DE CD 97 C9 AF 32 2Ø DE C3 59 C3 21 B5 D7 : 962
D97Ø : CD 1D DF CD A8 DD CD C2 DE 46 49 4C 45 2Ø 4E 41 : 857
D98Ø : 4D 45 2Ø 28 41 1C 42 29 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 3Ø DC CD : 4AA
D99Ø : 59 DA 11 8F EC CD 26 E2 CD 48 E2 3A 87 EF CD 67 : 96F
D9AØ : DC 36 1C 3A 87 EF 3C 32 87 EF 32 97 DC CD 33 DC : 843
D9BØ : CD 59 DA 11 98 EC CD 26 E2 CD 48 E2 CD F7 D9 CD : ACB
D9CØ : 5B EØ 21 98 EC CD 52 E2 3Ø 1C CD 4F E2 38 1F 11 : 793
D9DØ : 98 EC Ø6 Ø9 1A DD 77 ØØ 13 DD 23 1Ø F7 CD 8A EØ : 752
D9EØ : CD 53 E3 C3 56 C3 CD 44 DE 21 D3 D7 18 Ø6 CD 44 : 8C8
D9FØ : DE 21 2A DB C3 D3 E2 CD B3 DB 3E 14 CD BA EØ 3A : 9CA
-------------------------------------------------------------
       5Ø 44 EA 7Ø Ø2 1Ø D2 CF AF BØ ØC D5 18 93 B8 ØD :8651

DAØØ : Ø3 DB CD CØ EØ CD Ø6 E1 E6 4Ø C8 CD 44 DE 21 1A : 917
DA1Ø : DB 18 E1 21 BC D7 CD 1D DF 21 C5 D7 CD 84 D8 C5 : 9FC
DA2Ø : 21 63 E7 11 A1 FE Ø1 ØØ ØA 7E FE 2Ø 28 Ø3 12 13 : 512
DA3Ø : ØC 23 1Ø F5 3E 12 81 C1 F5 CD 7A DE F1 32 87 EF : 879
DA4Ø : CD 33 DC CD 59 DA 11 8F EC CD 26 E2 CD 48 E2 CD : AØ1
DA5Ø : 67 DA AF 32 2Ø DE C3 56 C3 3A 97 DC CD 67 DC 7E : 937
DA6Ø : FE 2Ø CØ F1 C3 5F DE CD F7 D9 CD 5B EØ CD 4F E2 : B72
DA7Ø : D4 74 EØ CD 61 DB 2A 58 B7 3E Ø2 C3 C8 E2 CD F7 : 9DB
DA8Ø : D9 CD 5B EØ CD 4F E2 DA EE D9 CD 74 EØ C3 53 E3 : B9A
DA9Ø : CD ØF DF 3E Ø4 CD 58 EØ ØE ØC 21 ØØ 6Ø CD 51 E1 : 69C
DAAØ : D9 21 ØØ E4 ØE 1Ø DB Ø9 Ø7 3Ø FB 11 1Ø ØØ CD 7D : 57D
DABØ : E1 ØD FA D7 DA 23 C5 E5 ØE ØØ 3E BF 6E 26 E5 BD : 8A7
DACØ : 38 Ø3 ØC 18 F7 CD 63 E1 3E 2Ø DF DF DF E1 Ø1 Ø6 : 74A
DADØ : ØØ Ø9 C1 ØC ØD 2Ø CF D9 ØD 2Ø C2 3E Ø4 32 87 EF : 584
DAEØ : CD BB DC 7E FE 2Ø C4 ØF DF 3E Ø4 32 87 EF CD 61 : 8CA
DAFØ : DB CD C2 28 21 C9 D7 C3 1D DF ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 612
-------------------------------------------------------------
       51 B8 6F 47 F4 CB D8 FD 79 3C 5D 11 94 AD 17 59 :8527
```

リスト4.4 HT882

```
B7ØØ : C3 74 CD C3 89 B8 ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 4Ø8
B71Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
B72Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
B73Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
B74Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
B75Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
B76Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ Ø5 ØØ : ØØ5
B77Ø : ØØ Ø1 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø D9 21 78 : 2D3
B78Ø : B7 11 DB B7 Ø1 FF Ø6 ED A8 7B D6 Ø8 3Ø Ø1 15 5F : 6F3
B79Ø : 1Ø F5 ED 73 E4 B7 46 ØE 2Ø 21 F9 BF 31 Ø7 ØØ D3 : 758
B7AØ : 5C 39 7E B7 28 41 B8 2Ø F8 54 5D 13 1A FE Ø2 2Ø : 6Ø1
B7BØ : FØ B9 28 2A 13 1A FE Ø3 2Ø E7 B9 28 21 13 1A FE : 65D
B7CØ : Ø4 2Ø DE B9 28 18 13 1A FE Ø5 2Ø D5 B9 28 ØF 13 : 523
B7DØ : 1A FE Ø6 2Ø CC B9 28 Ø6 13 1A FE Ø7 2Ø C3 D3 5F : 638
B7EØ : 22 25 B8 31 ØØ ØØ C9 37 18 F4 D9 21 72 B7 11 ØØ : 57Ø
B7FØ : CØ 7A 3C 28 1C D3 5C ED AØ ED AØ D3 5D 3E Ø1 12 : 784
-------------------------------------------------------------
       D6 2A 33 2Ø D9 8D 82 82 C9 F7 9C F2 64 D2 4B 4C :39D8

B8ØØ : D3 5C ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ ED AØ D3 5F D9 B7 : BB2
B81Ø : C9 7B FE FC 38 DF D9 37 C9 2A EF B7 D3 5D 71 23 : 9C2
B82Ø : 7Ø D3 5F C9 21 ØØ ØØ 23 D3 5D C3 2D B8 23 34 2Ø : 5FE
B83Ø : Ø1 35 2B 7E 2B 6E 67 D3 5F C9 D3 5E CD 4C B8 D3 : 7AF
B84Ø : 5C CD 4C B8 D3 5D CD 4C B8 D3 5F C9 AF 21 ØØ CØ : 8B9
B85Ø : 77 11 Ø1 CØ Ø1 FF 3F ED BØ C9 21 89 D8 DD 21 84 : 7F2
B86Ø : D9 11 ØØ CØ F3 ØE 41 DD 7E ØØ DD 23 D3 5D 12 Ø6 : 68F
B87Ø : Ø7 D3 5F 7E D3 5C 12 23 13 Ø5 FE 2Ø 2Ø F3 12 13 : 589
B88Ø : 1Ø FC D3 5F ØD 2Ø EØ FB C9 31 ØØ B7 FB 3E Ø2 32 : 764
B89Ø : 83 DC CD ØE 5F CD 95 DB 21 E2 CC CD B3 DØ CD C2 : A84
B8AØ : DE 4F 42 4A 45 43 54 2Ø 46 49 4C 45 2Ø 4E 41 4D : 4D1
B8BØ : 45 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 3Ø DC 3A 97 DC CD 67 DC 7E FE : 7B9
B8CØ : 2Ø CA 74 CD 11 8F EC CD 26 E2 CD 48 E2 CD 5B EØ : 98B
B8DØ : CD 4F E2 38 1F DD 7E Ø9 FE Ø3 28 76 CD 44 DE 21 : 768
B8EØ : E4 B8 18 16 4E 4F 54 2Ø 4F 42 4A 45 43 54 2Ø 46 : 4F8
B8FØ : 49 4C 45 ØØ CD 44 DE 21 2A DB CD ØF DF CD FF DE : 854
-------------------------------------------------------------
       9Ø Ø5 F3 6B ØC AF 21 EF E8 86 CD 1F AB E3 61 8E :7C95

B9ØØ : CD ØF DF 3E Ø6 32 2B B9 3E Ø4 CD 58 EØ ØE ØC 21 : 597
B91Ø : ØØ 6Ø CD 51 E1 D9 21 ØØ E4 ØE 1Ø 11 1Ø ØØ CD 7D : 5C6
B92Ø : E1 ØD FA 42 B9 3E 2Ø DF DF DF 3E Ø6 3D 2Ø Ø6 3E : 6C3
B93Ø : 2Ø DF DF 3E Ø6 32 2B B9 C5 Ø1 Ø7 ØØ Ø9 C1 ØC ØD : 4E8
B94Ø : 2Ø D9 D9 ØD 2Ø CC CD ØF DF CD ØF DF CD 95 DB C3 : 941
B95Ø : 98 B8 DD 7E ØA 32 99 E3 1E Ø2 CD 71 E3 21 ØØ ØØ : 6C5
B96Ø : 3E 93 D3 FF DB FE ØF 3Ø FB DB FD 77 23 DB FC 77 : A76
B97Ø : 23 3E Ø9 D3 FF DB FE ØF 38 FB DB FD 77 23 4F DB : 8F3
B98Ø : FC 77 23 47 3E Ø8 D3 FF CD AA DF CD 64 DE 2A Ø2 : 886
B99Ø : ØØ 11 Ø4 FF 19 44 4D 11 ØØ 4Ø 78 B1 28 1F ED 52 : 4BE
B9AØ : 38 ØF 44 4D 21 ØØ 41 11 ØØ CØ D3 5D ED BØ Ø1 ØØ : 4D9
B9BØ : 4Ø 21 ØØ Ø1 11 ØØ CØ D3 5C ED BØ D3 5F 21 ØØ ØØ : 552
B9CØ : 11 ØØ 8Ø Ø1 ØØ Ø1 ED BØ 21 C5 D9 11 ØØ 81 Ø1 ØC : 48E
B9DØ : Ø1 ED BØ CD F2 DF CD E4 DD 21 E6 B9 CD 1D DF 3E : A91
B9EØ : 8Ø D3 7Ø C3 ØØ 81 2Ø 2Ø 41 44 44 52 45 53 53 ØD : 55A
B9FØ : 3D 3D 3D 3D 3D 3D 3D 3D 3D 3D 3D ØD ØØ 32 DC BA : 474
-------------------------------------------------------------
       2A 72 5F CE 62 3C 42 67 9B 95 FØ ØA 6A 94 38 63 :6AD3
```

```
BAØØ : CD EB D5 CD ØF DF C9 3E 5E 21 B5 CC CD FD B9 3E : A1Ø
BA1Ø : ØØ B7 C2 95 BA CD C2 DE 57 4F 52 4B 49 4E 47 21 : 777
BA2Ø : 21 ØØ Ø5 F3 11 ØØ ØØ 21 ØØ CØ Ø6 Ø7 D3 5C 7E D3 : 498
BA3Ø : 5E 77 B7 28 Ø6 23 1Ø F4 13 18 EF 7A B3 CA 23 BB : 6DØ
BA4Ø : ED 53 4B BA 21 ØØ CØ 11 Ø7 CØ Ø1 ØØ ØØ ØB 78 B1 : 533
BA5Ø : 28 39 ED 43 4B BA C5 D5 E5 E5 D5 1A BE 23 13 28 : 8Ø5
BA6Ø : FA 3Ø ØF D1 E1 Ø6 Ø7 1A 4E 77 79 12 23 13 1Ø F7 : 59F
BA7Ø : 18 Ø2 D1 E1 D1 21 ØE ØØ 19 EB E1 C1 ØB 78 B1 2Ø : 6C6
BA8Ø : D5 DB Ø9 ØF 38 BE D3 5F C3 74 CD D3 5F CD 9F DE : 97Ø
BA9Ø : 3E Ø1 32 1Ø BA DD 21 ØØ CØ DB Ø9 CB 47 CA 23 BB : 697
BAAØ : Ø7 38 ØA DB Ø9 ØF D2 23 BB CB 6F 2Ø F6 CD 43 D6 : 722
BABØ : CD BB DC 22 34 BB EB CD D5 BA CD D2 BA CD D2 BA : B6E
BACØ : CD D2 BA CD 31 BB 18 D1 3E 5C 21 C4 CC CD FD B9 : 9C9
BADØ : 18 C3 13 13 13 F3 21 72 B7 Ø6 Ø7 D3 5E DD 7E ØØ : 5EA
BAEØ : D3 5F B7 28 3A 77 12 DD 23 23 13 1Ø EE 3E 3A 12 : 592
BAFØ : 13 CD 7D B7 D9 CD 24 B8 CD 68 D7 3E 28 12 13 2A : 757
--------------------------------------------------------------
       25 67 8D Ø7 84 Ø7 55 58 13 1Ø 5Ø FA 1E 55 8C FB :75BF

BBØØ : 25 B8 23 23 D3 5D 7E D3 5F EB 16 2Ø 1E 64 CD 3C : 6AF
BB1Ø : BB 1E ØA CD 3C BB C6 3Ø 77 23 36 29 23 EB C9 F1 : 75E
BB2Ø : CD 31 BB D3 5F CD 85 D6 DB Ø9 3C 2Ø FB FB C3 85 : 991
BB3Ø : D1 AF 12 21 ØØ ØØ CD 8C D5 C3 F2 DF ØE ØØ 93 38 : 74E
BB4Ø : Ø5 ØC 16 3Ø 18 F8 83 47 7A 81 77 78 23 C9 FE Ø9 : 6ØE
BB5Ø : 28 12 FE ØD 28 16 FE 1A 37 C8 FE ØA C8 77 23 Ø5 : 6Ø9
BB6Ø : CØ Ø6 Ø8 C9 36 2Ø 23 1Ø FB Ø6 Ø8 C9 77 3E ØØ B7 : 55E
BB7Ø : C2 3D BC AF 32 6Ø CB 32 B4 D6 11 Ø6 B7 1A 21 B3 : 73F
BB8Ø : CB Ø1 Ø3 ØØ ED B1 28 2Ø FE 2Ø CA 2C BD 4F 3A B7 : 6C6
BB9Ø : D2 B7 79 C2 55 BC 21 B6 CB Ø1 11 ØØ ED B1 28 Ø5 : 754
BBAØ : CD 78 BC 18 Ø3 CD AD D2 21 ØØ ØØ 23 22 A9 BB 3A : 66C
BBBØ : B4 D6 B7 28 55 ED 4B B1 CB 3A 6Ø CB FE Ø2 38 2D : 83C
BBCØ : 28 ØA CD 43 BC 2A 7Ø B7 Ø9 EB 18 53 79 CB 21 CB : 6DE
BBDØ : 1Ø CD 43 BC B7 28 5C 47 ED 5B 61 CB 2A 7Ø B7 73 : 796
BBEØ : 23 72 23 7C FE 81 28 3C 1Ø F5 EB 18 42 CD 43 BC : 72D
BBFØ : 78 B1 28 3F 3A 61 CB 5F 2A 7Ø B7 73 23 7C FE 81 : 737
--------------------------------------------------------------
       1E 17 1C 55 5B CE Ø5 FA CB Ø5 5E 5C 35 11 9C ØØ :713A

BCØØ : 28 22 ØB 78 B1 2Ø F4 EB 18 25 3A 6Ø CB B7 28 23 : 621
BC1Ø : 4F Ø6 ØØ CD 43 BC 21 61 CB ED 5B 7Ø B7 ED BØ 7A : 7F4
BC2Ø : FE 81 38 ØB CD 49 D5 3E Ø1 32 6E BB 11 FF 8Ø ED : 7C4
BC3Ø : 53 7Ø B7 3E ØØ B7 C4 AB D6 AF 32 C7 D6 21 Ø6 B7 : 81Ø
BC4Ø : Ø6 Ø8 C9 2A 6A B7 22 Ø9 D7 Ø9 22 6A B7 2A 6C B7 : 5BD
BC5Ø : Ø9 22 6C B7 C9 21 72 B7 77 23 13 1A FE 3A 2Ø F8 : 678
BC6Ø : 36 2Ø CD 28 CB 28 ØE CD 5Ø BD 3Ø Ø4 1A C3 2F BD : 623
BC7Ø : 3E Ø1 32 C7 D6 C3 A8 BB 32 72 B7 4F 13 1A FE 3A : 743
BC8Ø : 2Ø 14 79 21 CA CB Ø1 ØD ØØ ED B1 21 73 B7 Ø6 Ø6 : 566
BC9Ø : C2 EA BC C3 AD D2 32 73 B7 21 C1 CB Ø1 Ø9 ØØ ED : 8AA
BCAØ : B1 28 FØ 13 1A FE 3A 2Ø 22 21 D7 CB Ø6 ØB 3A 72 : 5FØ
BCBØ : B7 BE 23 28 Ø5 23 1Ø F9 18 Ø9 3A 73 B7 BE 28 26 : 582
BCCØ : 23 1Ø EB Ø6 Ø5 21 74 B7 C3 EA BC 21 74 B7 Ø6 Ø5 : 635
BCDØ : 77 D9 21 C1 CB Ø1 Ø9 ØØ ED B1 D9 28 Ø9 13 1A FE : 6DA
BCEØ : 3A 28 Ø9 23 1Ø EA C3 AD D2 23 36 2Ø 1Ø FB CD 7D : 698
BCFØ : B7 22 EF B7 D9 D2 41 D5 CD EA B7 DA 45 D5 CD 28 : A97
--------------------------------------------------------------
       2Ø 7B 7A 1E E4 3B F6 4F CA 2E 56 96 4E 28 39 1A :6F44
```

```
BDØØ : CB 28 19 CD 5Ø BD 38 1D CD CE D4 CD B2 D2 38 Ø7 : 83A
BD1Ø : CD 19 B8 CD 29 CB C8 ØE 42 C3 4B D5 ED 4B 6A B7 : 8B3
BD2Ø : CD 19 B8 B7 C9 CD 1C BD F1 1A 18 Ø3 CD CD D4 FE : 956
BD3Ø : 3B CA A8 BB FD 21 6Ø CB 13 21 32 BE E5 21 71 BD : 8Ø9
BD4Ø : Ø1 ØF ØØ ED B9 CØ 21 72 BD C3 DA CD 45 51 55 2Ø : 73B
BD5Ø : D5 21 4C BD Ø6 Ø4 1A BE 2Ø Ø6 13 23 1Ø F8 E1 C9 : 5EF
BD6Ø : D1 37 C9 41 42 43 44 45 48 49 4A 4C 4E 4F 5Ø 52 : 586
BD7Ø : 53 58 98 BD 2D BF 7E BF 12 CØ F8 CØ 9E C1 AD C1 : 98Ø
BD8Ø : CD C2 FA C3 76 C7 8F C7 89 C8 2F C9 3E CA CØ CA : ABA
BD9Ø : 41 28 4C 48 45 44 43 42 13 FE 44 CA 97 BE FE 4E : 6CB
BDAØ : CØ 1A 13 FE 44 CØ CD ØD CB D9 1E AØ 21 9Ø BD Ø1 : 79A
BDBØ : Ø8 ØØ ED B1 79 D9 2Ø 19 FE Ø6 28 2F CD 28 CB 2Ø : 66C
BDCØ : ØF D9 7B 81 D9 FD 36 ØØ Ø1 FD 77 Ø1 F1 C3 A8 BB : 87D
BDDØ : 1B D9 3E Ø6 83 CB F7 FD 77 Ø1 D9 F1 CD B6 D2 38 : 949
BDEØ : 47 FD 36 ØØ Ø2 FD 71 Ø2 C3 A8 BB D9 3E Ø6 83 FD : 7AF
BDFØ : 77 Ø1 D9 CD 37 BE D8 E1 FD 77 ØØ 3D CA A8 BB FD : 9A7
---------------------------------------------------------------
       58 97 EC C2 7A 63 AE F6 E7 6Ø 5C C9 1B CB 18 9B :8123

BEØØ : 7E Ø1 FD 77 Ø2 FD 7Ø Ø1 FD 71 Ø3 3A B7 D2 B7 CA : 818
BE1Ø : A8 BB 3E ØØ B7 79 2Ø Ø6 Ø7 D2 A8 BB 18 Ø4 Ø7 DA : 63Ø
BE2Ø : A8 BB CD 39 D5 C3 A8 BB CD AD D2 18 F8 CD 17 BD : A61
BE3Ø : 18 F3 CD 35 D5 18 EE CD CD D4 FE 48 2Ø 11 13 1A : 7FA
BE4Ø : FE 4C 37 CØ CD 7E C6 CØ CD 28 CB CØ 3E Ø1 C9 FE : 998
BE5Ø : 49 37 CØ AF 32 13 BE 13 1A FE 58 Ø6 DD 28 Ø6 FE : 684
BE6Ø : 59 37 CØ Ø6 FD 78 32 8F BE CD 7E C6 ØE ØØ 28 1E : 6AF
BE7Ø : FE 2B 28 Ø9 FE 2D 37 CØ 3E Ø1 32 13 BE CD B6 D2 : 713
BE8Ø : D8 CB 79 28 Ø1 Ø4 78 B7 37 CØ CD 7B C6 CØ Ø6 DD : 82Ø
BE9Ø : CD 28 CB CØ 3E Ø3 C9 1A 13 FE 44 C2 Ø8 BF CD ØD : 75C
BEAØ : CB FE 48 28 1Ø FE 49 28 32 FE 41 CØ CD 1D CB D9 : 877
BEBØ : 1E 8Ø C3 AC BD CD 15 CB CD 1E CB CD D9 CA D8 FD : A72
BECØ : 36 ØØ Ø1 2E Ø9 78 B7 CØ 7D ØD 28 Ø4 C6 1Ø 18 F9 : 4FA
BEDØ : FD 77 Ø1 CD 28 CB CØ F1 C3 A8 BB 13 CD 18 C9 CØ : 98D
BEEØ : 13 CD 1E CB FD 75 Ø1 CD D9 CA D8 FD 36 ØØ Ø2 3E : 7F7
BEFØ : Ø9 ØD 28 Ø4 C6 1Ø 18 F9 FD 77 Ø2 FE 29 C2 D3 BE : 719
---------------------------------------------------------------
       61 11 4B E9 5D 21 42 EC EØ 88 28 DØ 34 FA C1 DC :7E7D

BFØØ : 78 FD BE Ø1 CØ C3 D3 BE FE 43 CØ CD ØD CB FE 48 : A34
BF1Ø : 28 ØC FE 41 CØ CD 1D CB D9 1E 88 C3 AC BD CD 15 : 875
BF2Ø : CB CD 1E CB CD D9 CA D8 2E 4A C3 7Ø CA FE 49 CØ : A45
BF3Ø : 13 1A FE 54 CØ 3E 4Ø 32 49 BF CD ØC CB CD B6 D2 : 7FØ
BF4Ø : D8 CD 1E CB 79 Ø7 Ø7 Ø7 C6 ØØ 32 52 BF CD 92 C2 : 746
BF5Ø : D8 3E ØØ Ø4 Ø5 28 17 C6 Ø6 FD 36 ØØ Ø4 FD 7Ø Ø1 : 4CF
BF6Ø : FD 36 Ø2 CB FD 71 Ø3 FD 77 Ø4 F1 C3 ØB BE 81 FD : 8E4
BF7Ø : 36 ØØ Ø2 FD 36 Ø1 CB FD 77 Ø2 F1 C3 A8 BB 13 FE : 7D5
BF8Ø : 41 CA D4 BF FE 5Ø 28 ØC FE 43 CØ 1A FE 46 CØ 3E : 87D
BF9Ø : 3F C3 82 CA 1A FE 4C 28 13 13 FE 44 28 13 FE 49 : 6C4
BFAØ : 28 27 1B CD ØE CB D9 1E B8 C3 AC BD 3E 2F C3 82 : 79D
BFBØ : CA 1A FE 52 2E B9 28 Ø3 2E A9 1B FD 36 Ø1 ED FD : 756
BFCØ : 75 Ø2 FD 36 ØØ Ø2 C3 D3 BE 1A FE 52 2E B1 28 EB : 75C
BFDØ : 2E A1 18 E6 1A FE 4C CØ CD 15 CB CD ØD CB CD 2E : 83E
BFEØ : C3 D8 B7 2Ø Ø2 3E CB C6 Ø2 1B FD 36 ØØ Ø3 FD 77 : 7ØA
BFFØ : Ø1 FD 71 Ø2 FD 7Ø Ø3 C3 D3 BE 57 55 53 4A 49 45 : 7ØC
---------------------------------------------------------------
       3A 77 A6 DE 2B C8 38 CB 5F 37 C4 A6 EC E8 Ø9 88 :7D9Ø
```

```
CØØØ : 42 41 22 CØ 2A CØ 33 CØ 62 CØ 68 CØ A3 CØ BØ CØ : 85F
CØ1Ø : D5 CØ 13 21 FA BF Ø1 Ø8 ØØ ED B1 CØ 21 Ø2 CØ C3 : 78F
CØ2Ø : DA CD FE 41 CØ 3E 27 C3 82 CA 1B CD Ø2 D2 D8 F1 : 99F
CØ3Ø : C3 A8 BB FE 43 CØ CD ØC CB 13 1A 21 27 C2 Ø1 Ø6 : 7Ø9
CØ4Ø : ØØ ED B1 2Ø 13 1B CD D9 CA D8 Ø4 Ø5 2Ø Ø5 3E ØB : 5AB
CØ5Ø : C3 4D C2 3E 2B C3 56 C2 1B CD 92 C2 D8 3E FD C3 : 928
CØ6Ø : 6A C2 1B 3E F3 C3 82 CA FE 4E CØ 13 1A FE 5A CØ : 8D8
CØ7Ø : CD ØC CB CD B6 D2 D8 FD 36 Ø1 1Ø 1B 6Ø 69 ED 4B : 831
CØ8Ø : 6A B7 Ø3 Ø3 B7 ED 42 FD 36 ØØ Ø2 FD 75 Ø2 3A B7 : 6A7
CØ9Ø : D2 B7 CA D3 BE CB 7D 28 Ø1 24 24 25 CA D3 BE E1 : 8FE
CØAØ : C3 22 BE CD ØE CB CD B2 D2 D8 FD 36 ØØ Ø3 18 18 : 7D8
CØBØ : FE 5Ø CØ CD ØC CB CD B6 D2 D8 FD 36 ØØ Ø1 FD 71 : 981
CØCØ : Ø1 CD 1E CB CD B2 D2 D8 3E Ø1 32 B4 D6 ED 43 B1 : 8BC
CØDØ : CB 1B C3 D3 BE CD ØE CB CD B6 D2 D8 3A 6Ø CB C6 : A38
CØEØ : Ø2 32 6Ø CB FD 71 Ø1 FD 7Ø Ø2 FD 23 FD 23 1A FE : 795
CØFØ : 2C 2Ø DE CD CD D4 18 EØ FE 58 28 1D FE 4E 28 Ø8 : 7A7
------------------------------------------------------------
       A5 98 B1 2F F2 Ø2 F7 Ø6 1C 63 FD BD A9 97 28 F1 :83AØ

C1ØØ : FE 49 CØ 3E FB C3 82 CA 13 1A FE 44 CØ CD 28 CB : 93E
C11Ø : CØ 3E Ø1 32 6E BB C3 D7 BE 13 1A FE 2Ø 28 Ø8 FE : 72B
C12Ø : 58 CØ 3E D9 C3 82 CA CD CD D4 FE 41 28 3E FE 44 : 993
C13Ø : CA 89 C1 FE 28 CØ CD CD D4 FE 53 CØ 13 1A FE 5Ø : 9F4
C14Ø : CØ CD 7E C6 CØ CD 1D CB FE 48 28 16 FE 49 CØ 13 : 8E4
C15Ø : FD 36 ØØ Ø2 FD 36 Ø2 E3 CD 18 C9 CØ FD 75 Ø1 C3 : 7F1
C16Ø : D3 BE 13 1A FE 4C CØ 3E E3 C3 82 CA 13 1A FE 46 : 869
C17Ø : CØ CD 1D CB FE 41 CØ 13 1A FE 46 CØ 13 1A FE 27 : 7F7
C18Ø : 3E Ø8 CA 82 CA 1B C3 82 CA 13 1A FE 45 CØ CD 1D : 7AØ
C19Ø : CB FE 48 CØ 13 1A FE 4C CØ 3E EB C3 82 CA FE 41 : 97F
C1AØ : CØ CD 15 CB 1A FE 54 CØ 3E 76 C3 82 CA 13 FE 4D : 8BA
C1BØ : 2Ø 21 CD ØD CB CD B6 D2 D8 79 2E 46 FE Ø1 38 Ø9 : 74Ø
C1CØ : 2E 56 28 Ø5 2E 5E FE Ø2 CØ C3 BA BF 41 4C 48 45 : 653
C1DØ : 44 43 42 FE 4E CØ 1A FE 2Ø 2Ø 52 CD CD D4 21 CC : 7DA
C1EØ : C1 Ø1 Ø7 ØØ ED B1 CØ CD 1D CB FE 28 CØ CD CD D4 : 93Ø
C1FØ : FE 43 2Ø 17 D5 CD 7E C6 2Ø 1Ø E1 79 FE Ø6 2Ø Ø1 : 7ØD
------------------------------------------------------------
       4A 2F F3 28 ØD EC 9C 2D F7 1E Ø3 59 97 DØ 4Ø 3A :84A8

C2ØØ : 3C Ø7 Ø7 Ø7 C6 4Ø 6F C3 BB BF D1 79 FE Ø6 CØ CD : 7DE
C21Ø : B6 D2 D8 CD CE D4 FE 29 CØ FD 36 ØØ Ø2 FD 36 Ø1 : 91F
C22Ø : DB FD 71 Ø2 C3 D3 BE 43 45 4C 5Ø 58 59 13 FE 43 : 7C8
C23Ø : C2 AD C2 CD ØD CB 13 1A 21 27 C2 Ø1 Ø6 ØØ ED B1 : 6B2
C24Ø : 2Ø 21 1B CD D9 CA D8 Ø4 Ø5 2Ø Ø9 3E Ø3 FD 36 ØØ : 54A
C25Ø : Ø1 C3 C9 BE 3E 23 FD 36 ØØ Ø2 FD 7Ø Ø1 FD 77 Ø2 : 6C5
C26Ø : C3 D3 BE 1B CD 92 C2 D8 3E FC Ø4 Ø5 28 13 C6 38 : 7E4
C27Ø : FD 36 ØØ Ø3 FD 7Ø Ø1 FD 77 Ø2 FD 71 Ø3 F1 C3 ØB : 74A
C28Ø : BE ØC C6 Ø8 ØD 2Ø FB FD 36 ØØ Ø1 FD 77 Ø1 F1 C3 : 71D
C29Ø : A8 BB 1A 21 9Ø BD Ø1 Ø8 ØØ ED B1 79 37 CØ FE Ø6 : 7Ø6
C2AØ : C2 28 CB CD 37 BE D8 Ø5 Ø4 CØ ØE Ø6 C9 FE 44 2Ø : 757
C2BØ : ØC 1A FE 52 2E BA CA BB BF 2E AA 18 ØD FE 49 CØ : 7A6
C2CØ : 1A FE 52 2E B2 CA BB BF 2E A2 C3 BA BF FE 52 28 : 912
C2DØ : 17 FE 5Ø CØ CD ØC CB FE 28 28 24 CD 2E C3 D8 B7 : 888
C2EØ : C2 E9 BF 3E C3 C3 E9 BF CD ØC CB CD 2E C3 D8 FE : BØE
C2FØ : E2 DØ B7 2Ø Ø2 3E BA D6 A2 FD 77 Ø1 C3 7B CØ CD : 93B
------------------------------------------------------------
       79 2E 75 EØ 8B CD 9D 6F 59 FD B3 DF FØ DØ 55 5A :7DB7
```

```
C3ØØ : CD D4 FE 48 28 1A FE 49 CØ FD 36 ØØ Ø2 FD 36 Ø2 : 79A
C31Ø : E9 13 CD 18 C9 CØ FD 75 Ø1 CD 7E C6 CØ C3 D3 BE : AØ2
C32Ø : CD 15 CB CD CE D4 FE 29 CØ 3E E9 C3 82 CA FE 4E : A85
C33Ø : 28 2D FE 43 CA 8E C3 FE 5A CA A2 C3 FE 5Ø CA B6 : AØ6
C34Ø : C3 FE 4D 2Ø Ø9 D5 CD CD D4 FE 2C 28 Ø7 D1 CD B6 : 927
C35Ø : D2 D8 AF C9 E1 CD CD D4 CD B6 D2 D8 3E FA C9 D5 : C74
C36Ø : 13 1A FE 43 28 16 FE 5A 2Ø E3 CD CD D4 FE 2C 2Ø : 7BF
C37Ø : DC E1 CD CD D4 CD B6 D2 D8 3E C2 C9 CD CD D4 FE : C8D
C38Ø : 2C 2Ø CA E1 CD CD D4 CD B6 D2 D8 3E D2 C9 D5 CD : BØD
C39Ø : CD D4 FE 2C C2 4D C3 E1 CD CD D4 CD B6 D2 D8 3E : B57
C3AØ : DA C9 D5 CD CD D4 FE 2C C2 4D C3 E1 CD CD D4 CD : BFE
C3BØ : B6 D2 D8 3E CA C9 D5 13 1A FE 45 28 17 FE 4F 28 : 82A
C3CØ : 26 CD CE D4 FE 2C C2 4D C3 E1 CD CD D4 CD B6 D2 : B35
C3DØ : D8 3E F2 C9 CD CD D4 FE 2C C2 4D C3 E1 CD CD D4 : B8A
C3EØ : CD B6 D2 D8 3E EA C9 CD CD D4 FE 2C C2 4D C3 E1 : B69
C3FØ : CD CD D4 CD B6 D2 D8 3E E2 C9 FE 44 CØ 13 1A FE : AB1
-----------------------------------------------------------
       5Ø 17 36 C3 54 2D AB F5 71 D1 96 F6 CB DØ 97 F2 :A773

C4ØØ : 2Ø 28 55 FE 49 2E BØ 28 Ø5 FE 44 CØ 2E B8 13 1A : 6Ø4
C41Ø : FE 52 CA BB BF 7D D6 1Ø 6F 1A FE 2Ø C2 BA BF CD : 9A6
C42Ø : 29 CB CA BA BF E5 CD B2 D2 E1 D8 3E Ø2 32 B4 D6 : A22
C43Ø : ED 43 B1 CB C3 BA BF 41 4C 48 45 44 43 42 28 53 : 746
C44Ø : 49 52 6C C7 29 C7 BF C6 74 C5 F9 C4 1A C5 1F C5 : 8FC
C45Ø : 45 C5 4A C5 6F C5 6B C4 CD CD D4 21 37 C4 Ø1 ØB : 812
C46Ø : ØØ ED B1 CØ 13 21 42 C4 C3 DA CD CD 1E CB FE 49 : 8FF
C47Ø : 2Ø Ø4 2E 57 18 Ø6 FE 52 2Ø ØC 2E 5F 67 D5 CD 28 : 5Ø1
C48Ø : CB D1 7C D2 BB BF 2E 38 FE 28 C2 AF C4 13 CD 45 : 94A
C49Ø : C6 D8 2E 38 FE Ø1 28 5B 3Ø Ø5 3E 3A C3 EA BF FE : 79D
C4AØ : Ø4 28 3D D6 Ø2 3E ØA CA C6 C5 3E 1A C3 C6 C5 E5 : 769
C4BØ : CD 18 C6 E1 D8 Ø5 28 Ø7 79 C6 4Ø 85 C3 C6 C5 FD : 8E7
C4CØ : 36 ØØ Ø2 3E Ø6 85 FD 71 Ø2 C3 CA C5 CD 1E CB FE : 777
C4DØ : 28 2Ø DC 13 E5 CD 45 C6 E1 D8 3D 28 16 FE Ø3 CØ : 7E9
C4EØ : FD 36 ØØ Ø3 FD 7Ø Ø1 3E 46 85 FD 77 Ø2 FD 71 Ø3 : 694
C4FØ : C3 14 C6 3E 46 85 C3 C6 C5 FE 43 2Ø 18 CD 1D CB : 822
-----------------------------------------------------------
       62 E3 8Ø 34 ØE 47 ØA 6A 11 8F EC 7F 15 7E ØB Ø2 :7F6D

C5ØØ : FE 28 28 Ø5 3E Ø1 C3 Ø5 C7 CD CD D4 CD B6 D2 21 : 8Ø5
C51Ø : ED 4B C3 38 C5 2E ØØ C3 CC C4 2E Ø8 C3 CC C4 FE : 9ØØ
C52Ø : 45 2Ø 1D CD 1D CB FE 28 28 Ø5 3E 11 C3 Ø5 C7 CD : 635
C53Ø : CD D4 CD B6 D2 21 ED 5B D8 1A FE 29 CØ C3 4A C7 : AØC
C54Ø : 2E 1Ø C3 CC C4 2E 18 C3 CC C4 FE 4C 2Ø 1C CD 1D : 79A
C55Ø : CB FE 28 28 Ø5 3E 21 C3 Ø5 C7 CD CD D4 CD B6 D2 : 8CF
C56Ø : D8 1A FE 29 CØ 3E 2A C3 EA BF 2E 2Ø C3 CC C4 2E : 87C
C57Ø : 28 C3 CC C4 CD 45 C6 D8 6F CD 1D CB 2D 28 3D 2D : 8ØE
C58Ø : 28 5C 2D 28 61 2D 28 66 FE 41 2Ø Ø5 3E 32 C3 EA : 576
C59Ø : BF C5 CD EE C8 C1 D8 FE Ø1 D8 21 ED 43 28 15 FE : AØ3
C5AØ : Ø3 26 53 38 ØF 28 1Ø FE Ø5 26 73 38 Ø7 21 DD 22 : 3F6
C5BØ : 28 Ø2 2E FD C3 4A C7 3E 22 C3 EA BF CD 18 C6 D8 : 878
C5CØ : Ø5 28 ØD 3E 7Ø 81 FD 36 ØØ Ø1 FD 77 Ø1 C3 D7 BE : 66A
C5DØ : FD 36 ØØ Ø2 FD 36 Ø1 36 FD 71 Ø2 C3 D7 BE FE 41 : 7A6
C5EØ : CØ 3E Ø2 C3 82 CA FE 41 CØ 3E 12 C3 82 CA FD 36 : 8AØ
C5FØ : ØØ Ø3 FD 7Ø Ø1 FD 71 Ø3 CD 18 C6 D8 Ø5 28 Ø8 79 : 613
-----------------------------------------------------------
       CA 3A 11 5F 33 E8 1B BC 6D 91 C2 D8 AB 2D 8Ø 8D :7AE3
```

```
C600 : C6 70 FD 77 02 18 0A FD 34 00 FD 36 02 36 FD 71 : 6D8
C610 : 04 FD 4E 03 F1 C3 0B BE 1A 21 37 C4 01 07 00 ED : 5FA
C620 : B1 20 11 D5 CD 28 CB 20 0A E1 79 FE 06 20 01 0C : 62C
C630 : AF 47 C9 D1 CD B6 D2 D8 CD 29 CB D8 06 01 C9 44 : 96A
C640 : 42 48 45 43 4C CD CE D4 ED 53 75 C6 13 FE 49 28 : 7CA
C650 : 36 21 3F C6 01 03 00 ED B1 20 19 1A D9 21 42 C6 : 553
C660 : 01 03 00 ED B1 79 D9 20 0B B9 20 08 CD 7E C6 20 : 631
C670 : 03 0C 79 C9 11 00 00 CD B6 D2 D8 1A 18 03 CD CD : 65E
C680 : D4 FE 29 37 C0 AF C9 CD 18 C9 20 E8 AF 32 13 BE : 8D2
C690 : 7D 32 BA C6 CD 7E C6 0E 00 28 1E FE 2B 28 09 FE : 6EC
C6A0 : 2D 20 D1 3E 01 32 13 BE CD B6 D2 D8 CB 79 28 01 : 6FA
C6B0 : 04 78 B7 37 C0 CD 7B C6 C0 06 DD 3E 04 B7 C9 FE : 89B
C6C0 : 50 C0 CD 1D CB FE 28 28 50 D5 13 FE 48 20 16 1A : 6E1
C6D0 : FE 4C 20 2E CD 28 CB 20 29 FD 36 00 01 FD 36 01 : 609
C6E0 : F9 F1 C3 D7 BE FE 49 20 19 CD 18 C9 20 14 CD 28 : 899
C6F0 : CB 20 0F FD 36 00 02 FD 75 01 FD 36 02 F9 F1 C3 : 784
-----------------------------------------------------------
       3A 31 4C 70 76 52 B4 25 30 76 49 CB F4 B2 FC 4A :726E

C700 : D7 BE 3E 31 D1 FD 36 00 03 FD 77 01 CD B6 D2 D8 : 8AD
C710 : FD 71 02 FD 70 03 C3 D1 C0 CD CD D4 CD B6 D2 D8 : ACF
C720 : 1A FE 29 C0 21 ED 7B 18 21 CD 18 C9 28 0A CD 1E : 68E
C730 : CB FE 41 C0 2E 47 18 54 CD 1D CB 26 2A FE 28 28 : 6FE
C740 : 1C 26 21 E5 CD B6 D2 E1 D8 1B FD 36 00 04 FD 75 : 81A
C750 : 01 FD 74 02 FD 71 03 FD 70 04 C3 D3 BE CD CD D4 : 918
C760 : E5 CD B6 D2 E1 D8 1A FE 29 C0 18 DE CD 1E CB FE : A9E
C770 : 41 C0 2E 4F 18 16 13 FE 45 28 0B FE 4F C0 1A FE : 65A
C780 : 50 C0 AF C3 82 CA 1A FE 47 C0 2E 44 C3 BB BF 13 : 8AF
C790 : FE 52 28 1E FE 55 CA 24 C8 FE 54 C0 1A 13 FE 44 : 820
C7A0 : 20 04 2E BB 18 05 FE 49 C0 2E B3 1A FE 52 C0 C3 : 6FF
C7B0 : BB BF 1A FE 47 28 09 CD 0D CB D9 1E B0 C3 AC BD : 882
C7C0 : CD 0C CB F1 CD B2 D2 38 58 ED 43 6A B7 1A FE 2C : 90B
C7D0 : 20 08 CD CD D4 CD B2 D2 38 47 ED 43 6C B7 3A 34 : 827
C7E0 : BC 3D 28 37 3A B7 D2 B7 28 31 21 04 00 7E FE 3E : 60A
C7F0 : 28 29 34 DD 2A 6E B7 DD 71 02 DD 70 03 2A 70 B7 : 6A2
-----------------------------------------------------------
       F6 2A 36 22 37 39 86 ED 6C D9 46 06 77 7F 17 67 :8160

C800 : 01 00 01 22 01 C8 B7 ED 42 DD 75 00 DD 74 01 DD : 654
C810 : 23 DD 23 DD 23 DD 23 DD 22 6E B7 CD 29 CB CA A8 : 87A
C820 : BB C3 2D BE 1A FE 54 C0 13 1A FE 49 20 04 2E A3 : 6FE
C830 : 18 37 FE 44 20 04 2E AB 18 2F FE 20 C0 CD CD D4 : 721
C840 : FE 28 C0 CD CD D4 FE 43 20 23 D5 CD 7E C6 20 1C : 8FA
C850 : E1 CD 1D CB 21 CC C1 01 07 00 ED B1 C0 79 FE 06 : 827
C860 : 20 01 3C 07 07 07 C6 41 6F C3 BB BF D1 CD B6 D2 : 74B
C870 : D8 1A FE 29 C0 CD 1D CB FE 41 C0 FD 36 00 02 FD : 8BF
C880 : 36 01 D3 FD 71 02 C3 D3 BE 13 FE 4F 28 10 FE 55 : 7B9
C890 : C0 1A FE 53 C0 13 1A FE 48 C0 3E 04 18 05 1A FE : 695
C8A0 : 50 C0 AF 32 B1 C8 CD 0C CB CD EE C8 D8 FE 04 C8 : A33
C8B0 : 06 00 FE 01 2E F1 38 25 2E C1 28 21 FE 03 2E D1 : 5B9
C8C0 : 38 1B 2E E1 28 17 FE 06 26 DD 38 02 26 FD FD 36 : 638
C8D0 : 00 02 FD 74 01 7D 80 FD 77 02 C3 D3 BE 7D 80 C3 : 7FB
C8E0 : 82 CA 49 53 48 44 42 41 58 50 4C 45 43 46 1A 13 : 4E6
C8F0 : 21 E2 C8 01 06 00 ED B1 37 C0 79 FE 05 20 06 1A : 623
-----------------------------------------------------------
       F5 8B 20 F5 9A C1 8D 7C 4E 0B 77 C4 6D 12 83 FF :758E
```

```
C9ØØ : FE 59 3E Ø6 C8 1A D9 21 E8 C8 Ø1 Ø6 ØØ ED B1 79 : 745
C91Ø : D9 37 CØ B9 37 CØ B7 C9 1A FE 58 2E DD C8 FE 59 : 99A
C92Ø : 2E FD C9 53 52 4C 45 3F C9 A9 C9 DA C9 ØC CA 13 : 83Ø
C93Ø : 21 23 C9 Ø1 Ø4 ØØ ED B1 CØ 21 27 C9 C3 DA CD FE : 7E9
C94Ø : 54 28 Ø8 FE 53 CØ 3E 8Ø C3 37 BF 13 1A FE 2Ø 28 : 67F
C95Ø : 17 FE 49 2E 4D 28 61 FE 4E 2E 45 28 5B 1B 3E C9 : 5C6
C96Ø : C3 82 CA 5Ø 4E 4D 5A 43 CD 28 CB 28 FØ 21 63 C9 : 7BC
C97Ø : Ø1 Ø5 ØØ ED B1 CØ 21 82 CA E5 ØC 3E D8 ØD C8 3E : 6EB
C98Ø : C8 ØD C8 3E F8 ØD C8 13 ØD 28 1Ø 1A FE 45 3E E8 : 683
C99Ø : C8 1A FE 4F 3E EØ C8 1B 3E FØ C9 1A FE 5A 3E CØ : 897
C9AØ : C8 1A FE 43 3E DØ C8 F1 C9 FE 41 2Ø Ø5 3E 17 C3 : 82F
C9BØ : 82 CA FE 44 2Ø Ø5 2E 6F C3 BB BF FE 2Ø 2Ø Ø7 CD : 79F
C9CØ : CD D4 3E 1Ø 18 2E FE 43 CØ 13 1A FE 41 2Ø Ø5 3E : 6Ø5
C9DØ : Ø7 C3 82 CA CD CD D4 AF 18 1A FE 41 2Ø Ø5 3E 1F : 726
C9EØ : C3 82 CA FE 44 2Ø Ø4 2E 67 18 CD FE 2Ø 2Ø Ø8 CD : 7Ø2
C9FØ : CD D4 3E 18 C3 4A BF FE 43 CØ 13 1A FE 41 2Ø Ø5 : 755
---------------------------------------------------------------
       93 55 35 8Ø 74 42 F7 C9 8C D8 F5 21 46 65 D4 42 :764E

CAØØ : 3E ØF C3 82 CA CD CD D4 3E Ø8 18 E8 FE 54 CØ CD : 8EF
CA1Ø : ØC CB CD B6 D2 D8 79 ØF ØF ØF 4F Ø6 Ø8 3E C7 ØD : 619
CA2Ø : FA 28 CA C6 Ø8 1Ø F8 C9 1B C3 82 CA 55 52 4C 45 : 7ED
CA3Ø : 43 42 4E CA 7D CA 8C CA 94 CA 9E CA B4 CA 21 2C : 8CB
CA4Ø : CA Ø1 Ø6 ØØ ED B1 CØ 13 21 32 CA C3 DA CD FE 43 : 8ØA
CA5Ø : CØ CD ØC CB FE 48 28 ØC FE 41 CØ CD 1D CB D9 1E : 889
CA6Ø : 98 C3 AC BD CD 15 CB CD 1E CB CD D9 CA D8 2E 42 : 9DF
CA7Ø : FD 36 ØØ Ø2 FD 36 Ø1 ED FD 23 C3 C5 BE FE 46 CØ : 8CØ
CA8Ø : 3E 37 FD 77 Ø1 FD 36 ØØ Ø1 C3 D3 BE FE 54 CØ 3E : 7C2
CA9Ø : CØ C3 37 BF FE 41 CØ CD ØC CB 3E 2Ø 18 13 FE 41 : 7E4
CAAØ : 28 ØA FE 4C CØ CD ØC CB 3E 38 18 Ø5 CD ØC CB 3E : 655
CABØ : 28 C3 4A BF FE 42 CØ CD ØC CB D9 1E 9Ø C3 AC BD : 94B
CACØ : FE 4F CØ 13 1A FE 52 CØ CD ØC CB D9 1E A8 C3 AC : 8FC
CADØ : BD 53 48 44 42 5Ø 4C 45 43 1A 13 FE 49 28 1E 21 : 4DD
CAEØ : D1 CA Ø1 Ø4 ØØ ED B1 37 CØ 1A D9 21 D5 CA Ø1 Ø4 : 6ED
CAFØ : ØØ ED B1 79 D9 37 CØ B9 37 CØ ØC B7 C9 1A FE 58 : 893
---------------------------------------------------------------
       8Ø 2B 9C 67 C8 82 4F A9 94 96 66 6Ø Ø6 Ø6 54 51 :7F91

CBØØ : Ø1 Ø3 DD C8 FE 59 37 CØ Ø6 FD B7 C9 13 1A FE 2Ø : 7C5
CB1Ø : CA CD D4 F1 C9 13 1A 13 FE 4C C8 F1 C9 13 CD CE : 9DF
CB2Ø : D4 FE 2C CA CD D4 F1 C9 13 CD CE D4 FE ØD C8 FE : B76
CB3Ø : 3B C8 37 C9 ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : 2Ø3
CB4Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CB5Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CB6Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CB7Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CB8Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CB9Ø : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CBAØ : ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØØØ
CBBØ : ØØ ØØ ØØ ØD 3B 2A 39 38 37 36 35 34 33 32 31 3Ø : 27F
CBCØ : 27 2B 2D 2C 24 28 29 2A 3B 2Ø 41 42 43 44 45 48 : 33C
CBDØ : 49 4C 5Ø 52 5A 43 4D 41 46 42 43 44 45 48 4C 49 : 493
CBEØ : 58 49 59 53 5Ø 4E 5A 4E 43 5Ø 45 5Ø 4F 46 45 44 : 4D9
CBFØ : 43 42 41 39 38 37 36 35 34 33 32 31 3Ø ØD 29 2C : 335
---------------------------------------------------------------
       E5 98 2B 63 D5 5A 81 C2 46 31 7D C9 14 4B C3 1D :3179
```

```
CCØØ : 3B ØD 29 2B 2Ø 2C 2D 2A 3B 2A 2D 2B 98 95 95 95 : 453
CC1Ø : 91 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 95 99 96 2Ø 31 : 878
CC2Ø : 2Ø 96 2Ø 44 52 49 56 45 2Ø 3D 2Ø 31 2Ø 96 96 2Ø : 46A
CC3Ø : 32 2Ø 96 2Ø 44 52 49 56 45 2Ø 3D 2Ø 32 2Ø 96 96 : 47D
CC4Ø : 2Ø 41 2Ø 96 2Ø 41 73 73 65 6D 62 6C 65 2Ø 2Ø 96 : 539
CC5Ø : 96 2Ø 42 2Ø 96 2Ø 54 6F 2Ø 42 61 73 69 63 2Ø 2Ø : 4D3
CC6Ø : 96 96 2Ø 45 2Ø 96 2Ø 54 6F 2Ø 45 64 69 74 6F 72 : 5B1
CC7Ø : 2Ø 96 96 2Ø 2A 2Ø 96 2Ø 54 6F 2Ø 4C 6F 61 64 65 : 534
CC8Ø : 72 2Ø 96 9A 95 95 95 9Ø 95 95 95 95 95 95 95 95 : 8B9
CC9Ø : 95 95 95 9B 5Ø 3A 2Ø 5Ø 72 69 6E 74 65 72 2Ø 3D : 645
CCAØ : 2Ø 4F 2Ø 4C 3A 2Ø 4C 69 73 74 2Ø 4F 75 74 2Ø 2Ø : 469
CCBØ : 2Ø 2Ø 53 3A 2Ø 4C 61 62 65 6C 2Ø 53 6F 72 74 2Ø : 4B5
CCCØ : 2Ø 4F 3A 2Ø 4C 61 62 65 6C 2Ø 4F 72 64 65 72 2Ø : 4E5
CCDØ : 41 3A 2Ø 54 6F 2Ø 41 73 73 65 6D 62 6C 65 72 2A : 546
CCEØ : 3A 2Ø 4F 62 6A 65 63 74 2Ø 4C 6F 61 64 2Ø 41 53 : 5Ø5
CCFØ : 53 45 4D 42 4C 45 ØØ 5Ø 41 53 53 2D 31 ØØ 2Ø 4F : 3BC
---------------------------------------------------------------
       BF F7 2Ø 12 FB D9 46 F7 9C 5C Ø8 AD 6C 1Ø 82 Ø7 :55AB

CDØØ : 4B 21 21 ØØ ØD 2Ø 2Ø 2Ø 42 41 44 2Ø 46 49 4C 45 : 3Ø1
CD1Ø : 2Ø 4E 55 4D 42 45 52 ØD ØD ØØ 46 49 4C 45 2Ø 4E : 391
CD2Ø : 41 4D 45 2Ø 3D 2Ø ØØ ØD 41 53 53 45 4D 42 4C 45 : 3A9
CD3Ø : 2Ø 53 54 4F 5Ø ØØ ØD 5Ø 41 53 53 2D 32 2Ø 45 52 : 3CØ
CD4Ø : 52 4F 52 ØØ ØD 4C 49 53 54 2Ø 53 54 4F 5Ø ØØ 2A : 3CC
CD5Ø : 2A 2A 2A 2Ø 2Ø 41 53 53 45 4D 42 4C 45 2Ø 45 4E : 3BD
CD6Ø : 44 2Ø 2Ø 2A 2A 2A 2A ØD CD ØF DF CD ØF DF CD E6 : 662
CD7Ø : DE C3 95 DB 31 ØØ B7 C3 7A CD 2A C1 F3 25 2Ø Ø5 : 82B
CD8Ø : 7D 3D 32 4D D6 FB 3E Ø2 32 83 DC CD 9F DE CD ØE : 8ØØ
CD9Ø : 5F 11 ØC CC 21 BB F4 Ø1 Ø8 11 C5 1A 77 23 13 1Ø : 4CE
CDAØ : FA Ø1 67 ØØ Ø9 C1 ØD 2Ø F1 3E ØB 32 86 EF CD ØF : 616
CDBØ : DF CD E6 DE CD 95 DB CD 18 DE FE 61 38 Ø6 FE 7B : A86
CDCØ : 3Ø F5 CB AF 21 E8 CD Ø1 Ø6 ØØ ED B9 2Ø E9 F5 C5 : 8E5
CDDØ : CD 9F DE C1 F1 21 E9 CD 18 Ø1 1A CB 21 Ø9 4E 23 : 76C
CDEØ : 66 69 E9 31 32 41 42 45 2A F5 CD F5 CD 42 CE FC : 89D
CDFØ : CD 1Ø CE 98 B8 D6 31 32 Ø3 DB 18 B5 21 5Ø DB CD : 7F8
---------------------------------------------------------------
       4F 94 2B 11 2D 68 3F 35 3F B1 64 B1 AA DE C6 E6 :6261

CEØØ : 1D DF 21 74 CD E5 CD 23 DE F3 CD 3A B8 C3 5B DF : 9CØ
CE1Ø : 21 67 CC Ø6 Ø9 CD B5 DØ C3 2A DF AF 32 EE CE 32 : 85Ø
CE2Ø : 6E BB 32 F5 CE 21 ØØ ØØ 22 6A B7 22 6C B7 21 ØØ : 5E8
CE3Ø : Ø1 22 7Ø B7 22 Ø1 C8 C9 32 FC CC 21 F7 CC CD 1D : 7C6
CE4Ø : DF C9 CD ØE 5F CD 95 DB 21 EE CC CD 1D DF CD AD : A3D
CE5Ø : E1 CD C2 DE 49 4E 5Ø 55 54 2Ø 46 49 4C 45 2Ø 4E : 68C
CE6Ø : 55 4D 42 45 52 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 7A DE CD F8 D7 F3 : 791
CE7Ø : CD 3F B8 FB CD 44 DE CD 68 CD 21 33 B8 22 2B B8 : 8C1
CE8Ø : AF 32 A2 DØ 3E 31 CD 38 CE CD C2 DE 53 45 54 2Ø : 8ØE
CE9Ø : 4D 53 4C 2Ø 4C 41 42 45 4C 2Ø 28 59 2F 65 6C 73 : 48Ø
CEAØ : 65 29 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 7A DE CD 18 DE CB AF FE 59 : 7A9
CEBØ : 2Ø Ø4 DF CD 5A B8 CD 44 DE CD ØF DF CD 5B EØ 3A : 8CE
CECØ : 57 B7 32 E6 CE 2A 68 B7 22 D2 CE CD 1B CE 32 34 : 81B
CEDØ : BC 21 ØØ ØØ 7E 23 22 D2 CE CD AE D5 21 ØØ ØØ 22 : 5D3
CEEØ : A9 BB CD 92 D1 3E ØØ 3D 32 E6 CE 28 Ø7 3E ØØ B7 : 719
CEFØ : 28 DF 18 57 3E ØØ B7 28 Ø4 3E 31 18 5B CD 9F DE : 5C3
---------------------------------------------------------------
       F4 69 1C 1B CC ØD 34 E2 D3 75 68 29 F3 FF 75 E5 :78A8
```

```
CFØØ  :  CD 6B CD 3E 32 CD 38 CE CD ØF DF 3A 57 B7 32 3E  :  7BB
CF1Ø  :  CF 2A 68 B7 22 2A CF CD 1B CE 32 Ø4 ØØ 21 2D B8  :  625
CF2Ø  :  22 2B B8 21 Ø5 ØØ 22 6E B7 21 ØØ ØØ 7E 23 22 2A  :  38Ø
CF3Ø  :  CF CD AE D5 21 ØØ ØØ 22 A9 BB CD 8E D1 3E ØØ 3D  :  76D
CF4Ø  :  32 3E CF 28 ØB 3A EE CE B7 28 DE 21 27 CD 18 ØE  :  66Ø
CF5Ø  :  3A F5 CE B7 28 1F 3E 32 32 3C CD 21 36 CD CD 1D  :  6B4
CF6Ø  :  DF CD A4 DC 23 36 14 23 36 48 DB Ø9 ØF 3Ø FB CD  :  725
CF7Ø  :  89 DE C3 74 CD 21 ØØ ØØ 22 ØØ ØØ 21 33 B8 22 2B  :  5Ø7
CF8Ø  :  B8 2A 7Ø B7 E5 ED 5B Ø1 C8 B7 ED 52 DD 2A 6E B7  :  921
CF9Ø  :  DD 75 ØØ DD 74 Ø1 E1 2B 2B 2B 2B 22 Ø2 ØØ CD 6B  :  58D
CFAØ  :  CD 21 EE CC CD 1D DF 21 FE CC CD 1D DF AF 32 1Ø  :  916
CFBØ  :  BA 21 34 DØ 22 78 CD 3E Ø1 32 A2 DØ CD C2 DE 4F  :  7E5
CFCØ  :  42 4A 45 43 54 2Ø 46 49 4C 45 2Ø 4E 41 4D 45 2Ø  :  4Ø9
CFDØ  :  49 46 2Ø 53 41 56 45 2Ø 3D ØØ Ø5 CD 3Ø DC 3A 97  :  4EA
CFEØ  :  DC CD 67 DC 7E FE 2Ø 28 46 11 8F EC CD 26 E2 CD  :  924
CFFØ  :  48 E2 3E 14 CD BA EØ 3A Ø3 DB CD CØ EØ CD Ø6 E1  :  91C
--------------------------------------------------------------------
         2C 8B 3B DØ C5 58 DC A4 4D 76 6C 6Ø EE 72 35 66  :6CE9

DØØØ  :  E6 4Ø 28 ØD 21 1A DB E5 CD 44 DE E1 CD FC DE 18  :  8E5
DØ1Ø  :  AØ CD 5B EØ CD 4F E2 D4 74 EØ CD 61 DB 2A 7Ø B7  :  A28
DØ2Ø  :  3E Ø3 CD A1 E2 38 Ø5 21 1Ø DB 18 DB CD D9 E2 3E  :  793
DØ3Ø  :  Ø1 32 A2 DØ CD 9F DE CD 44 DE CD ØE 5F 11 94 CC  :  889
DØ4Ø  :  21 BB F4 Ø1 Ø6 ØF C5 1A 77 23 13 1Ø FA Ø1 69 ØØ  :  4E6
DØ5Ø  :  Ø9 C1 ØD 2Ø F1 CD A1 DØ 3E Ø9 32 86 EF CD ØF DF  :  7CF
DØ6Ø  :  CD 95 DB CD A1 DØ CD E6 DE CD 18 DE FE ØC CA BD  :  B6Ø
DØ7Ø  :  DØ FE 2A CA 8B B9 CB AF FE 5Ø 28 1B FE 4C 28 7F  :  9Ø2
DØ8Ø  :  FE 53 CA Ø7 BA FE 4F CA C8 BA FE 41 2Ø DB 21 7A  :  94A
DØ9Ø  :  CD 22 78 CD C3 74 CD 3A A2 DØ EE Ø1 32 A2 DØ 18  :  88F
DØAØ  :  C2 3E Ø1 11 46 46 B7 2Ø Ø3 11 2Ø 4E 21 C9 F4 72  :  547
DØBØ  :  23 73 C9 Ø6 ØB 7E 23 CD ØD 3E 1Ø F9 C9 21 A6 CC  :  68E
DØCØ  :  CD B3 DØ CD ØF DF CD C2 DE CB DØ C2 C9 2Ø BA CF  :  B47
DØDØ  :  DD C4 DE 2Ø A5 A5 A5 2Ø 5Ø 52 49 4E 54 2Ø 4F 55  :  6FF
DØEØ  :  54 2Ø 5Ø 41 47 45 2Ø 3D ØØ Ø6 CD 7A DE CD D2 DC  :  694
DØFØ  :  3Ø FB 22 6B D6 CD 44 DE 3E Ø1 CD F2 D5 18 Ø6 21  :  78F
--------------------------------------------------------------------
         6A Ø9 24 9A 5F 71 6A 14 ØC 23 E4 BF C5 C2 9A E5  :8257

D1ØØ  :  A6 CC CD EB D5 3A 57 B7 32 3E D1 2A 68 B7 22 2A  :  81D
D11Ø  :  D1 CD 1B CE 3C 32 34 BC CD 85 D6 18 ØC 21 42 D6  :  76A
D12Ø  :  46 Ø4 CD 85 D6 1Ø FB 36 Ø1 21 ØØ ØØ 7E 32 99 E3  :  6Ø1
D13Ø  :  23 22 2A D1 21 ØØ ØØ 22 A9 BB CD 8E D1 3E ØØ 3D  :  58E
D14Ø  :  32 3E D1 28 ØC 3A EE CE B7 28 D2 21 44 CD CD 1D  :  738
D15Ø  :  DF AF 32 6Ø CB CD 43 D6 CD 85 D6 21 4F CD 11 Ø6  :  84D
D16Ø  :  B7 Ø1 1A ØØ ED BØ CD 43 D6 CD BB DC E5 EB 2A 6A  :  91D
D17Ø  :  B7 2B CD 68 D7 3E 3D 12 CD 9A D7 E1 CD 8C D5 CD  :  995
D18Ø  :  F2 DF CD 85 D6 CD A8 DB CD 89 DE C3 3A DØ 3E Ø1  :  A89
D19Ø  :  18 Ø1 AF 32 B7 D2 CD 64 DE 1E Ø5 CD 71 E3 21 Ø6  :  6FD
D1AØ  :  B7 Ø6 Ø8 3E 93 D3 FF DB FE ØF 3Ø FB DB FD CD 4E  :  96E
D1BØ  :  BB 38 Ø5 DB FC CD 4E BB 3E Ø9 D3 FF Ø8 DB FE ØF  :  8AE
D1CØ  :  38 FB Ø8 38 36 DB FD CD 4E BB 38 Ø5 DB FC CD 4E  :  886
D1DØ  :  BB 3E Ø8 D3 FF 38 24 DB Ø9 Ø7 3Ø 13 ØF ØF DA A7  :  5FC
D1EØ  :  D1 3E Ø1 32 EE CE 32 6E BB 32 9Ø D6 C3 A7 D1 DB  :  9Ø7
D1FØ  :  Ø9 CB 77 CA A7 D1 ØF 3Ø E8 18 F4 3E 91 D3 FF C3  :  924
--------------------------------------------------------------------
         A8 38 DA D6 89 62 E5 DF B1 7E 8Ø 85 D4 69 7B 71  :819C
```

```
D2ØØ : F2 DF AF 32 1A D2 21 61 CB 22 4Ø D2 CD CD D4 FE : 98B
D21Ø : 27 28 48 CD B6 D2 DA 17 BD 3E ØØ FE Ø1 38 2Ø 2A : 659
D22Ø : 4Ø D2 2B 28 1Ø FE Ø3 38 11 7E B7 28 1E 47 AF 81 : 5B1
D23Ø : 1Ø FD 77 18 16 7E 81 77 18 11 7E 91 77 18 ØC 21 : 51C
D24Ø : ØØ ØØ 71 23 22 4Ø D2 21 6Ø CB 34 CD 29 CB C8 FE : 6CF
D25Ø : 2C C2 17 BD AF 32 1A D2 C3 ØC D2 13 1A 13 FE 27 : 695
D26Ø : 2Ø Ø6 1A 13 FE 27 37 CØ ØE ØØ 2A 4Ø D2 77 23 ØC : 45F
D27Ø : 1A 13 FE ØD 37 C8 FE 27 2Ø F3 1A 13 FE 27 28 ED : 6D6
D28Ø : 1B 22 4Ø D2 21 6Ø CB 7E 81 77 CD CE D4 21 Ø9 CC : 776
D29Ø : Ø1 Ø3 ØØ ED B1 2Ø ØB 79 3C 32 1A D2 CD CD D4 C3 : 6D1
D2AØ : 13 D2 FE 2C CA ØC D2 FE ØD C8 FE 3B C8 ØE 41 C3 : 89D
D2BØ : 4B D5 3E Ø1 18 Ø2 3E ØØ 32 F3 D4 AF 32 35 CB 32 : 5C3
D2CØ : 34 CB DD 21 38 CB CD CE D4 21 FD CB Ø1 Ø4 ØØ ED : 84A
D2DØ : B1 CA 15 D3 21 B6 CB Ø1 ØA ØØ ED B1 CA 6F D3 21 : 7DB
D2EØ : 35 CB FE 2D C2 EB D2 CB CE 18 1Ø FE 2B C2 F4 D2 : A1C
D2FØ : CB 8E 18 Ø7 FE 2A C2 ØØ D3 CB C6 CD CD D4 18 C9 : 915
-----------------------------------------------------------
       2E 6B BD 53 C9 A5 B2 9Ø 7D 21 38 8D D4 1A 88 15 :7347

D3ØØ : FE 24 CA 5C D3 FE 27 CA 37 D3 CD D4 D4 D8 D5 CD : BØ3
D31Ø : 9A D4 C3 85 D3 3A 34 CB 3D 37 F8 3F ED 4B 38 CB : 8A8
D32Ø : C8 DD 21 3A CB DD 6E ØØ DD 66 Ø1 Ø9 44 4D B7 3D : 6E8
D33Ø : C8 DD 23 DD 23 18 EE 13 21 ØØ ØØ 1A 13 FE 27 2Ø : 574
D34Ø : Ø6 1A 13 FE 27 37 CØ 65 6F 1A 13 FE ØD 37 C8 FE : 658
D35Ø : 27 2Ø F4 1A 13 FE 27 28 EE 1B 18 ØD 13 2A 6A B7 : 541
D36Ø : 1A FE 24 2Ø Ø4 13 2A 6C B7 D5 CD 9A D4 18 16 Ø6 : 6Ø4
D37Ø : ØØ Ø4 13 1A D9 21 Ø1 CC Ø1 Ø8 ØØ ED B1 D9 2Ø F1 : 589
D38Ø : D5 1B CD 9F D3 D1 D8 3A 35 CB ØF 38 ØB 3A 34 CB : 79D
D39Ø : 3C 32 34 CB DD 23 DD 23 AF 32 35 CB C3 C6 D2 1A : 7C3
D3AØ : FE 48 CA 4A D4 FE 42 CA 21 D4 D6 3Ø FE ØA 3F D8 : 952
D3BØ : D9 26 ØØ 6F D9 Ø5 28 62 1B 1A D6 3Ø 28 ØD FE ØA : 54E
D3CØ : 3F D8 D9 11 ØA ØØ 19 3D 2Ø FC D9 Ø5 28 4C 1B 1A : 5Ø4
D3DØ : D6 3Ø 28 ØD FE ØA 3F D8 D9 11 64 ØØ 19 3D 2Ø FC : 61A
D3EØ : D9 Ø5 28 36 1B 1A D6 3Ø 28 ØD FE ØA 3F D8 D9 11 : 5B5
D3FØ : E8 Ø3 19 3D 2Ø FC D9 Ø5 28 2Ø 1B 1A D6 3Ø 28 ØD : 4F3
-----------------------------------------------------------
       2D B9 1C FE 4B AD EF 4Ø FØ A7 Ø4 54 Ø7 68 D2 9C :6AF3

D4ØØ : FE ØA 3F D8 D9 11 1Ø 27 19 3D 2Ø FC D9 Ø5 28 ØA : 5C2
D41Ø : 1B 1A D6 3Ø FE ØA 3F D8 18 F3 D9 E5 D9 E1 C3 9A : 93A
D42Ø : D4 21 ØØ ØØ Ø5 78 1B 3D 2Ø FC 1A D6 3Ø CB 3F 2Ø : 53Ø
D43Ø : ØA CB 15 CB 14 13 1Ø F2 C3 9A D4 37 C9 1B 1A D9 : 71D
D44Ø : Ø1 1Ø ØØ 21 ED CB ED B1 37 C9 D9 11 ØØ ØØ D9 Ø5 : 65Ø
D45Ø : CD 3D D4 CØ 79 B3 5F D9 Ø5 28 3B CD 3D D4 CØ 79 : 881
D46Ø : Ø7 Ø7 Ø7 Ø7 B3 5F D9 Ø5 28 2C CD 3D D4 CØ 79 B2 : 629
D47Ø : 57 D9 Ø5 28 21 CD 3D D4 CØ 79 Ø7 Ø7 Ø7 Ø7 B2 57 : 5BA
D48Ø : D9 Ø5 28 12 Ø5 28 Ø7 CD 3D D4 CØ D9 18 F6 1B 1A : 6Ø6
D49Ø : D6 3Ø FE ØA 3F D8 D9 D5 D9 E1 3A 35 CB ØF D2 BA : 962
D4AØ : D4 EB 21 ØØ ØØ DD 4E FE DD 46 FF 18 Ø2 Ø9 1B 7A : 6E3
D4BØ : B3 2Ø FA DD 75 FE DD 74 FF C9 ØF D2 C5 D4 2B 7D : A58
D4CØ : 2F 6F 7C 2F 67 DD 75 ØØ DD 74 Ø1 B7 C9 13 1A FE : 6FF
D4DØ : 2Ø 28 FA C9 21 71 B7 Ø6 ØB 23 77 13 1A D9 21 Ø1 : 527
D4EØ : CC Ø1 Ø8 ØØ ED B1 D9 28 Ø9 1Ø EE 37 3E 41 32 4C : 5AF
D4FØ : D5 C9 3E ØØ ØF 3Ø 17 7E FE 38 2Ø 18 2B 7E FE 52 : 617
-----------------------------------------------------------
       49 DE Ø7 D4 67 5A Ø3 51 19 FF 5D 21 B9 F4 A6 8C :6E8C
```

```
D5ØØ : 2Ø 11 2B 7E FE 2E 2Ø ØA AF 32 25 D5 18 ØC 21 ØØ : 45Ø
D51Ø : ØØ C9 23 23 78 FE Ø5 38 D3 23 36 2Ø CD 7D B7 D9 : 6E8
D52Ø : 38 ØD CD 24 B8 C9 3E C9 32 25 D5 7C 65 6F C9 3E : 741
D53Ø : 45 32 4C D5 C9 ØE 43 18 12 ØE 44 18 ØE ØE 45 18 : 3BF
D54Ø : ØA ØE 46 18 Ø6 ØE 47 18 Ø2 ØE 48 3E ØØ B7 28 Ø5 : 263
D55Ø : 4F AF 32 4C D5 79 CD BB DC E5 EB 21 3E CD Ø1 Ø5 : 83Ø
D56Ø : ØØ ED BØ EB 36 2D 23 77 32 F5 CE 23 23 E5 FD E1 : 883
D57Ø : 2A A9 BB CD C2 D7 FD E5 D1 13 13 13 CD A3 D7 CD : 9F4
D58Ø : F2 DF CD A4 DC 23 36 ØE 23 36 C8 E1 3A 9Ø D6 3D : 864
D59Ø : 28 14 7E B7 28 Ø6 CD D4 3E 23 18 F6 3E ØD CD D4 : 69B
D5AØ : 3E 3E ØA CD D4 3E CD ØF DF CD 64 DE 37 C9 32 99 : 7FA
D5BØ : E3 21 1A CD CD 1D DF CD F8 E1 DD E5 E1 11 Ø6 B7 : 9CB
D5CØ : Ø6 Ø6 7E FE 2Ø 28 Ø2 12 13 23 1Ø F6 7E FE 2Ø 28 : 4E4
D5DØ : Ø9 3E 2E 12 13 Ø1 Ø3 ØØ ED BØ AF 12 32 34 BC 21 : 43F
D5EØ : Ø6 B7 CD 1D DF CD Ø3 D6 C3 ØF DF CD B3 DØ CD ØF : 9Ø9
D5FØ : DF AF 32 62 D6 3E Ø1 32 42 D6 21 Ø1 ØØ 22 5F D6 : 5FA
--------------------------------------------------------------
       4F 68 64 3A 57 46 92 2A E4 42 68 8E 79 AD C6 76 :6C2C

D6ØØ : CD B3 DB 3A A2 DØ 47 DB 4Ø E6 Ø1 BØ 32 9Ø D6 C9 : 961
D61Ø : EA EA EA EA EA EA 2Ø 4D 41 43 48 49 4E 45 2Ø 4C : 7FD
D62Ø : 41 4E 47 55 41 47 45 2Ø 62 79 2Ø 48 49 54 2D 38 : 45D
D63Ø : 38 2Ø EA EA EA EA EA EA 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 2Ø 5Ø 41 47 : 74C
D64Ø : 45 3A Ø1 CD F2 DF 21 42 D6 35 2Ø 4A 36 3D CD BB : 6F1
D65Ø : DC E5 EB 21 1Ø D6 Ø1 32 ØØ ED BØ D5 FD E1 21 Ø1 : 858
D66Ø : ØØ 3E ØØ B7 28 ØD 32 9Ø D6 EB 21 ØØ ØØ ED 52 CC : 5D9
D67Ø : Ø3 D6 EB CD C2 D7 23 22 5F D6 FD 36 Ø1 ØØ E1 CD : 886
D68Ø : 8C D5 CD F2 DF 3E ØD CD 8C D6 3E ØA CD ØD 3E 1E : 7F7
D69Ø : ØØ 1D C4 D4 3E C9 7E 3D CØ CD 85 D6 CD 85 D6 CD : 954
D6AØ : 85 D6 3A 62 D6 B7 CC 85 D6 18 A1 CD 43 D6 CD BB : 9D2
D6BØ : DC E5 EB 3E ØØ B7 28 Ø5 CD 3Ø D7 18 2B 3A 6Ø CB : 74A
D6CØ : B7 2Ø 19 32 FØ D6 3E ØØ B7 28 1D F3 CD 7D B7 D9 : 7EF
D6DØ : CD 24 B8 FB CD 68 D7 3E 3D 12 18 ØC CD Ø8 D7 21 : 72E
D6EØ : 61 CB 22 2Ø D7 CD 1F D7 CD 9A D7 E1 CD 8C D5 3E : 993
D6FØ : ØØ B7 C8 F5 CD 43 D6 CD BB DC EB F1 D5 CD Ø8 D7 : B1B
--------------------------------------------------------------
       26 B1 3E 7D F7 47 96 CE 79 4Ø A9 4C 61 Ø4 31 69 :8ØE1

D7ØØ : CD 1F D7 CD 83 D7 18 E3 21 ØØ ØØ 4F CD 68 D7 23 : 784
D71Ø : 23 23 23 22 Ø9 D7 13 79 Ø6 Ø4 9Ø DØ 41 AF C9 21 : 53B
D72Ø : ØØ ØØ 32 FØ D6 7E 23 CD 6D D7 1Ø F9 22 2Ø D7 C9 : 795
D73Ø : 2A Ø9 D7 CD 68 D7 13 3A 6Ø CB FE Ø3 2Ø Ø8 3E DB : 6DØ
D74Ø : 12 13 12 13 18 1A 47 3A 61 CB CD 6D D7 Ø5 28 1Ø : 477
D75Ø : 3A 62 CB CD 6D D7 13 3E 2A 12 13 3A B1 CB 18 ØD : 5F3
D76Ø : 13 3E 2A 12 13 2A B1 CB 7C CD 6D D7 7D F5 ØF ØF : 663
D77Ø : ØF ØF CD 76 D7 F1 E6 ØF C6 3Ø FE 3A 38 Ø2 C6 Ø7 : 753
D78Ø : 12 13 C9 3E ØØ B7 2Ø Ø2 12 C9 3E 2Ø 32 87 EF CD : 5B3
D79Ø : BB DC EB 21 ØØ ØØ Ø6 1Ø 18 ØE 3E 1Ø 32 87 EF CD : 5A2
D7AØ : BB DC EB Ø6 4Ø 21 Ø6 B7 7E 23 FE ØD 28 ØE 12 13 : 5AD
D7BØ : 1Ø F6 22 94 D7 AF 12 3C 32 84 D7 C9 AF 12 32 84 : 75D
D7CØ : D7 C9 E5 D9 E1 Ø6 2Ø 11 1Ø 27 CD E6 D7 11 E8 Ø3 : 833
D7DØ : CD E6 D7 11 64 ØØ CD E6 D7 1E ØA CD E6 D7 7D C6 : 97E
D7EØ : 3Ø FD 77 ØØ D9 C9 AF ED 52 38 Ø5 3C Ø6 3Ø 18 F7 : 6F2
D7FØ : 19 8Ø FD 77 ØØ FD 23 C9 CD 18 DE CD 6D DC FE ØD : 8DA
--------------------------------------------------------------
       ØD FA C8 6E 6E 62 4F 67 A1 93 F4 95 F8 28 67 19 :6D2Ø
```

257

```
D8ØØ : 28 1E FE 2Ø 28 ØB FE 3Ø 38 EE FE 3A DC 4C DC 18 : 73F
D81Ø : E7 3A 87 EF CD 67 DC 2B 3E 2Ø BE C4 4C DC 18 D8 : 8CA
D82Ø : 21 57 B7 36 ØØ 11 58 B7 Ø1 1Ø ØØ ED BØ 3A 87 EF : 5E3
D83Ø : 21 97 DC BE CA 74 CD 3D CD 67 DC 7E FE 2Ø 2Ø Ø1 : 867
D84Ø : 2B E5 FD E1 DD 21 68 B7 CD 17 DD 7C B7 2Ø 2A 7D : 8C6
D85Ø : B7 28 26 3A 59 DE BD 38 2Ø 28 1E 3A 57 B7 3C FE : 653
D86Ø : 11 28 11 32 57 B7 DD 2B DD 75 ØØ FD 2B FD 7E ØØ : 687
D87Ø : FE 3D 2Ø D4 DD 22 68 B7 C9 F1 CD 44 DE 21 Ø4 CD : 8E8
D88Ø : CD 1D DF CD ØB DF C3 45 CE 4Ø 36 34 2Ø 4Ø 33 32 : 6C5
D89Ø : 2Ø 4Ø 33 32 2E 2Ø 4Ø 31 36 2Ø 4Ø 31 36 2E 2Ø 4Ø : 3ØF
D8AØ : 38 2Ø 4Ø 38 2E 2Ø 4Ø 34 2Ø 4Ø 34 2E 2Ø 4Ø 32 2Ø : 3Ø6
D8BØ : 4Ø 32 2E 2Ø 4Ø 31 2Ø 4Ø 57 2Ø 4Ø 42 5Ø 2Ø 4Ø 43 : 37D
D8CØ : 2Ø 4Ø 43 5Ø 2Ø 4Ø 44 4D 2Ø 4Ø 44 2Ø 4Ø 44 5Ø 2Ø : 39C
D8DØ : 4Ø 45 4D 2Ø 4Ø 45 2Ø 4Ø 46 4D 2Ø 4Ø 45 5Ø 2Ø 4Ø : 3BF
D8EØ : 46 2Ø 4Ø 46 5Ø 2Ø 4Ø 47 4D 2Ø 4Ø 47 2Ø 4Ø 47 5Ø : 3CE
D8FØ : 2Ø 4Ø 41 4D 2Ø 4Ø 41 2Ø 4Ø 41 5Ø 2Ø 4Ø 42 4D 2Ø : 38F
-----------------------------------------------------------------
       6D 4C FD 7E AØ Ø4 B1 FE 45 D8 3E FC 98 5B 4C CD :5BEA

D9ØØ : 4Ø 42 2Ø 4Ø 43 4D 2Ø 4Ø 52 37 2Ø 4Ø 52 36 2Ø 4Ø : 3A3
D91Ø : 53 2Ø 4Ø 45 56 2Ø 4Ø 4C 46 4F 2Ø 4Ø 5Ø 52 4F 47 : 427
D92Ø : 2Ø 4Ø 56 42 2Ø 4Ø 54 52 2Ø 4Ø 4F 2Ø 4Ø 4F 5Ø 2Ø : 3CC
D93Ø : 4Ø 4F 4D 2Ø 4Ø 4Ø 2Ø 4Ø 59 2Ø 4Ø 4B 2Ø 4Ø 51 2Ø : 3B1
D94Ø : 4Ø 4A 5Ø 33 2Ø 4Ø 4C 33 2Ø 4Ø 46 49 4E 2Ø 4Ø 4A : 3D3
D95Ø : 5Ø 31 2Ø 4Ø 43 41 4C 31 2Ø 4Ø 43 41 4C 4D 2Ø 4Ø : 3BF
D96Ø : 52 45 54 2Ø 4Ø 52 2Ø 4Ø 4C 2Ø 4Ø 54 2Ø 4Ø 56 2Ø : 3D3
D97Ø : 4Ø 56 55 2Ø 4Ø 56 44 2Ø 4Ø 4C 52 2Ø 4Ø 4B 31 2Ø : 3DF
D98Ø : 4Ø 4B 3Ø 2Ø Ø1 Ø2 Ø3 Ø4 Ø6 Ø8 ØC 1Ø 18 2Ø 3Ø 4Ø : 1B7
D99Ø : 41 42 42 44 44 46 48 48 4A 4A 4C 4C 4E 4E 5Ø 52 : 48D
D9AØ : 52 54 56 56 58 58 59 5A 5B 5C 5C 5D 5E 5F 6Ø 61 : 5A3
D9BØ : 62 63 64 65 66 67 68 69 6A 6B 6C 6D 6E 6F 7Ø 71 : 698
D9CØ : 72 73 74 75 76 31 ØØ 84 DD 21 Ø7 8Ø 21 ØØ CØ DD : 63C
D9DØ : 5E ØØ DD 56 Ø1 3A Ø4 8Ø B7 28 23 3D 32 Ø4 8Ø CD : 512
D9EØ : BC 81 F3 78 B1 28 EE D3 5C 7E D3 5F 12 23 7C B5 : 8B4
D9FØ : 2Ø Ø8 3E 5D 32 23 81 21 ØØ CØ 13 ØB 18 E5 F3 AF : 537
-----------------------------------------------------------------
       F6 47 CA 59 39 D3 4F E9 E2 72 1A 36 AB 57 F6 Ø3 :4A43

DAØØ : D3 5C CD 6A 81 D3 5D CD 6A 81 D3 5E CD 6A 81 D3 : 98B
DA1Ø : 5F Ø1 54 Ø8 ED 79 ØC 3C 1Ø FA CD B5 81 CD B5 81 : 77A
DA2Ø : 21 77 81 CD AD 81 CD B5 81 CD D9 35 C3 4A F3 21 : 913
DA3Ø : ØØ CØ 77 11 Ø1 CØ Ø1 FF 3F ED BØ C9 A5 A5 A5 A5 : 842
DA4Ø : A5 2Ø 49 6E 7Ø 75 74 2Ø 27 5Ø 4F 4C 4C 27 2Ø 74 : 5ØE
DA5Ø : 68 65 6E 2Ø 48 49 54 2D 38 38 2Ø 77 6F 72 6C 64 : 525
DA6Ø : 2E 2Ø 54 68 61 6E 6B 2Ø 79 6F 75 2Ø A5 A5 A5 A5 : 675
DA7Ø : A5 ØØ 7E B7 28 Ø4 DF 23 18 F8 3E ØD DF 3E ØA DF : 669
DA8Ø : C9 E5 7B DD BE ØØ 2Ø Ø6 7A DD BE Ø1 28 Ø9 CD B5 : 7B3
DA9Ø : 81 DD 5E ØØ DD 56 Ø1 62 6B DD 4E Ø2 DD 46 Ø3 DD : 6ED
DAAØ : 23 DD 23 DD 23 DD 23 3E 2Ø DF CD F2 81 3E 7E DF : 83B
DABØ : Ø9 2B CD F2 81 E1 C9 7C CD F7 81 7D F5 ØF ØF ØF : 87E
DACØ : ØF CD ØØ 82 F1 E6 ØF C6 3Ø FE 3A 38 Ø2 C6 Ø7 DF : 758
DADØ : C9 ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ ØØ : ØC9
-----------------------------------------------------------------
       81 DØ 6B 2B 8D B7 65 35 2C B2 DF AB 72 Ø4 6D D5 :6ØE5
```

APPENDIX

1．マシン語インストラクション表
2．『MFASM2』→『HIT-88』ファイルコンバータ

1. マシン語インストラクション表

	ニーモニック	オペレーション	フラグ S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	OPコード 76	543	210	
8ビット・ロード命令	LD r, r	r←r	·	·	·	·	·	·	1	4	01	r	r	5
	LD r, n	r←n	·	·	·	·	·	·	2	7	00	r	110	5
											←	n	→	
	LD r, (HL)	r←(HL)	·	·	·	·	·	·	1	7	01	r	110	5
	LD r, (IX+d)	r←(IX+d)	·	·	·	·	·	·	3	19	11	011	101	
											01	r	110	5
											←	d	→	
	LD r, (IY+d)	r←(IY+d)	·	·	·	·	·	·	3	19	11	111	101	
											01	r	110	5
											←	d	→	
	LD (HL), r	(HL)←r	·	·	·	·	·	·	1	7	01	110	r	5
	LD (IX+d), r	(IX+d)←r	·	·	·	·	·	·	3	19	11	011	101	
											01	110	r	5
											←	d	→	
	LD (IY+d), r	(IY+d)←r	·	·	·	·	·	·	3	19	11	111	101	
											01	110	r	5
											←	d	→	
	LD (HL), n	(HL)←n	·	·	·	·	·	·	2	10	00	110	110	
											←	n	→	
	LD (IX+d), n	(IX+d)←n	·	·	·	·	·	·	4	19	11	011	101	
											00	110	110	
											←	d	→	
											←	n	→	
	LD (IY+d), n	(IY+d)←n	·	·	·	·	·	·	4	19	11	111	101	
											00	110	110	
											←	d	→	
											←	n	→	
	LD A, (BC)	A←(BC)	·	·	·	·	·	·	1	7	00	001	010	
	LD A, (DE)	A←(DE)	·	·	·	·	·	·	1	7	00	011	010	
	LD A, (nn)	A←(nn)	·	·	·	·	·	·	3	13	00	111	010	
											←	n	→	
											←	n	→	
	LD (BC), A	(BC)←A	·	·	·	·	·	·	1	7	00	000	010	
	LD (DE), A	(DE)←A	·	·	·	·	·	·	1	7	00	010	010	
	LD (nn), A	(nn)←A	·	·	·	·	·	·	3	13	00	110	010	
											←	n	→	
											←	n	→	
	LD A, I	A←I	↕	↕	0	IFF	0	·	2	9	11	101	101	
											01	010	111	
	LD A, R	A←R	↕	↕	0	IFF	0	·	2	9	11	101	101	
											01	011	111	
	LD I, A	I←A	·	·	·	·	·	·	2	9	11	101	101	
											01	000	111	
	LD R, A	R←A	·	·	·	·	·	·	2	9	11	101	101	
											01	001	111	
16ビット・ロード命令	LD dd, nn	dd←nn	·	·	·	·	·	·	3	10	00	dd0	001	
											←	n	→	
											←	n	→	

	ニーモニック	オペレーション	S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	76	543	210	
16ビット・ロード命令	LD IX, nn	IX←nn	・	・	・	・	・	・	4	14	11 00 ← ←	011 100 n n	101 001 → →	1
	LD IY, nn	IY←nn	・	・	・	・	・	・	4	14	11 00 ← ←	111 100 n n	101 001 → →	
	LD HL, (nn)	H←(nn+1) L←(nn)	・	・	・	・	・	・	3	16	00 ← ←	101 n n	010 → →	
	LD dd, (nn)	dd_H←(nn+1) dd_L←(nn)	・	・	・	・	・	・	4	20	11 01 ← ←	101 dd1 n n	101 011 → →	
	LD IX, (nn)	IX_H←(nn+1) IX_L←(nn)	・	・	・	・	・	・	4	20	11 00 ← ←	011 101 n n	101 010 → →	1
	LD IY, (nn)	IY_H←(nn+1) IY_L←(nn)	・	・	・	・	・	・	4	20	11 00 ← ←	111 101 n n	101 010 → →	
	LD (nn), HL	(nn+1)←H (nn)←L	・	・	・	・	・	・	3	16	00 ← ←	100 n n	010 → →	
	LD (nn), dd	(nn+1)←dd_H (nn)←dd_L	・	・	・	・	・	・	4	20	11 01 ←n → ←	101 dd0 n	101 011 →	
	LD (nn), IX	(nn+1)←IX_H (nn)←IX_L	・	・	・	・	・	・	4	20	11 00 ← ←	011 100 n n	101 010 → →	1
	LD (nn), IY	(nn+1)←IY_H (nn)←IY_L	・	・	・	・	・	・	4	20	11 00 ← ←	111 100 n n	101 010 → →	
	LD SP, HL	SP←HL	・	・	・	・	・	・	1	6	11	111	001	
	LD SP, IX	SP←IX	・	・	・	・	・	・	2	10	11 11	011 111	101 001	
	LD SP, IY	SP←IY	・	・	・	・	・	・	2	10	11 11	111 111	101 001	
	PUSH qq	(SP−2)←qq_L (SP−1)←qq_H	・	・	・	・	・	・	1	11	11	qq0	101	
	PUSH IX	(SP−2)←IX_L (SP−1)←IX_H	・	・	・	・	・	・	2	15	11 11	011 100	101 101	 2
	PUSH IY	(SP−2)←IY_L (SP−1)←IY_H	・	・	・	・	・	・	2	15	11 11	111 100	101 101	
	POP qq	qq_H←(SP+1) qq_L←(SP)	・	・	・	・	・	・	1	10	11	qq0	001	2
	POP IX	IX_H←(SP+1) IX_L←(SP)	・	・	・	・	・	・	2	14	11 11	011 100	101 001	
	POP IY	IY_H←(SP+1) IY_L←(SP)	・	・	・	・	・	・	2	14	11 11	111 100	101 001	

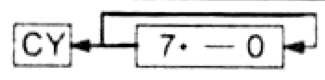
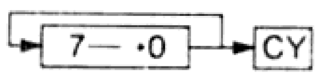
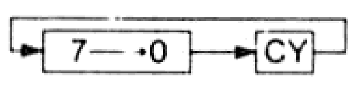
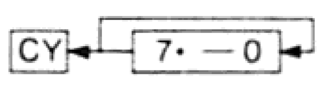
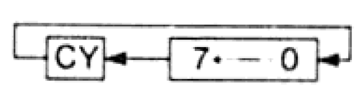
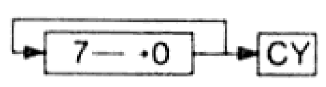
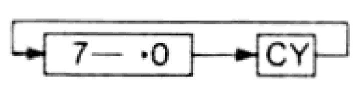
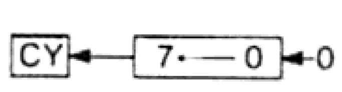
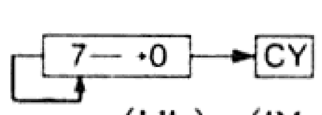
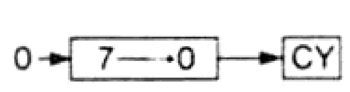
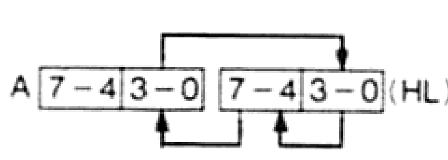
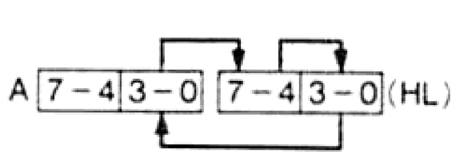
	ニーモニック	オペレーション	S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	76	543	210	
エクスチェンジ命令	EX DE, HL	DE↔HL	·	·	·	·	·	·	1	4	11	101	011	
	EX AF, AF'	AF↔AF'	·	·	·	·	·	·	1	4	00	001	000	
	EXX	BC↔BC' DE↔DE' HL↔HL'	·	·	·	·	·	·	1	4	11	011	001	
	EX (SP), HL	H↔(SP+1) L↔(SP)	·	·	·	·	·	·	1	19	11	100	011	
	EX (SP), IX	IX_H↔(SP+1) IX_L↔(SP)	·	·	·	·	·	·	2	23	11 11	011 100	101 011	
	EX (SP), IY	IY_H↔(SP+1) IY_L↔(SP)	·	·	·	·	·	·	2	23	11 11	111 100	101 011	
ブロック転送命令	LDI	(DE)←(HL) DE←DE+1 HL←HL+1 BC←BC−1	·	·	0	Ⓐ ↕	0	·	2	16	11 10	101 100	101 000	
	LDIR	(DE)←(HL) DE←DE+1 HL←HL+1 BC←BC−1 until BC=0	·	·	0	0	0	·	2	21 if BC≠0 16 if BC=0	11 10	101 110	101 000	
	LDD	(DE)←(HL) DE←DE−1 HL←HL−1 BC←BC−1	·	·	0	Ⓐ ↕	0	·	2	16	11 10	101 101	101 000	
	LDDR	(DE)←(HL) DE←DE−1 HL←HL−1 BC←BC−1 until BC=0	·	·	0	0	0	·	2	21 if BC≠0 16 if BC=0	11 10	101 111	101 000	
ブロック・サーチ命令	CPI	A−(HL) HL←HL+1 BC←BC−1	↕	Ⓑ ↕	↕	Ⓐ ↕	1	·	2	16	11 10	101 100	101 001	
	CPIR	A−(HL) HL←HL+1 BC←BC−1 until A=(HL) or BC=0	↕	Ⓑ ↕	↕	Ⓐ ↕	1	·	2	21 if BC≠0 and A≠(HL) 16 if BC=0 or A=(HL)	11 10	101 110	101 001	
	CPD	A−(HL) HL←HL−1 BC←BC−1	↕	Ⓑ ↕	↕	Ⓐ ↕	1	·	2	16	11 10	101 101	101 001	
	CPDR	A−(HL) HL←HL−1 BC←BC−1 until A=(HL) or BC=0	↕	Ⓑ ↕	↕	Ⓐ ↕	1	·	2	21 if BC≠0 and A≠(HL) 16 if BC=0 or A=(HL)	11 10	101 111	101 001	
8ビット算術論理演算命令	ADD A, r	A←A+r	↕	↕	↕	V	0	↕	1	4	10	000 *1	r	5
	ADD A, n	A←A+n	↕	↕	↕	V	0	↕	2	7	11 ←	000 *1 n	110 →	
	ADD A, (HL)	A←A+(HL)	↕	↕	↕	V	0	↕	1	7	10	000 *1	110	
	ADD A, (IX+d)	A←A+(IX+d)	↕	↕	↕	V	0	↕	3	19	11 10 ←	011 000 *1 d	101 110 →	

	ニーモニック	オペレーション	フラグ						バイト	ステート	OPコード			
			S	Z	H	P/V	N	C			76	543	210	
8ビット算術論理演算命令	ADD A, (IY+d)	A←A+(IY+d)	↕	↕	↕	V	0	↕	3	19	11	111	101	
											10	[000]*1	110	
											←	d	→	
	ADC A, S	A←A+S+CY	↕	↕	↕	V	0	↕				[001]*2		[5]
	SUB S	A←A−S	↕	↕	↕	V	1	↕				[010]*2		[5]
	SBC A, S	A←A−S−CY	↕	↕	↕	V	1	↕				[011]*2		
	AND S	A←A∧S	↕	↕	1	P	0	0				[100]*2		
	OR S	A←A∨S	↕	↕	0	P	0	0				[110]*2		
	XOR S	A←A⩡S	↕	↕	0	P	0	0				[101]*2		
	CP S	A−S	↕	↕	↕	V	1	↕				[111]*2		
	INC r	r←r+1	↕	↕	↕	V	0	•	1	4	00	r *3	[100]	[5]
	INC (HL)	(HL)←(HL)+1	↕	↕	↕	V	0	•	1	11	00	110 *3	[100]	
	INC (IX+d)	(IX+d)←(IX+d)+1	↕	↕	↕	V	0	•	3	23	11	011	101	
											00	110 *3	[100]	
											←	d	→	
	INC (IY+d)	(IY+d)←(IY+d)+1	↕	↕	↕	V	0	•	3	23	11	111	101	
											00	110 *3	[100]	
											←	d	→	
	DEC S	S←S−1	↕	↕	↕	V	1	•				*4	[101]	
16ビット算術演算命令	ADD HL, ss	HL←HL+ss	•	•	×	•	0	↕	1	11	00	ss1	001	[1]
	ADC HL, ss	HL←HL+ss+CY	↕	↕	×	V	0	↕	2	15	11	101	101	
											01	ss1	010	[1]
	SBC HL, ss	HL←HL−ss−CY	↕	↕	×	V	1	↕	2	15	11	101	101	
											01	ss0	010	[1]
	ADD IX, pp	IX←IX+pp	•	•	×	•	0	↕	2	15	11	011	101	
											00	pp1	001	[3]
	ADD IY, rr	IY←IY+rr	•	•	×	•	0	↕	2	15	11	111	101	
											00	rr1	001	[4]
	INC ss	ss←ss+1	•	•	•	•	•	•	1	6	00	ss0	011	[1]
	INC IX	IX←IX+1	•	•	•	•	•	•	2	10	11	011	101	
											00	100	011	
	INC IY	IY←IY+1	•	•	•	•	•	•	2	10	11	111	101	
											00	100	011	
	DEC ss	ss←ss−1	•	•	•	•	•	•	1	6	00	ss1	011	[1]
	DEC IX	IX←IX−1	•	•	•	•	•	•	2	10	11	011	101	
											00	101	011	
	DEC IY	IY←IY−1	•	•	•	•	•	•	2	10	11	111	101	
											00	101	011	
アキュムレータ操作命令	DAA	Decimal adjust Acc	↕	↕	↕	P	•	↕	1	4	00	100	111	
	CPL	A←$\overline{A}$	•	•	1	•	1	•	1	4	00	101	111	
	NEG	A←$\overline{A}$+1	↕	↕	↕	V	1	↕	2	8	11	101	101	
											01	000	100	
	CCF	CY←$\overline{CY}$	•	•	×	•	0	↕	1	4	00	111	111	
	SCF	CY←1	•	•	0	•	0	1	1	4	00	110	111	
CPUコントロール命令	NOP	No operation	•	•	•	•	•	•	1	4	00	000	000	
	HALT	CPU halted	•	•	•	•	•	•	1	4	01	110	110	
	DI	IFF←0	•	•	•	•	•	•	1	4	11	110	011	
	EI	IFF←1	•	•	•	•	•	•	1	4	11	111	011	

S=r, n, (HL), (IX+d), (IY+d)

＊1のところに＊2のそれぞれのコードが入り，ADD命令と同様に各命令を展開

＊3のところに＊4が入り，INC命令と同様に命令を展開

	ニーモニック	オペレーション	フラグ						バイト	ステート	OPコード			
			S	Z	H	P/V	N	C			76	543	210	
CPU コントロール命令	IM 0	Set interrupt mode 0	•	•	•	•	•	•	2	8	11 01	101 000	101 110	
	IM 1	Set interrupt mode 1	•	•	•	•	•	•	2	8	11 01	101 010	101 110	
	IM 2	Set interrupt mode 2	•	•	•	•	•	•	2	8	11 01	101 011	101 110	
ローテート・シフト命令	RLCA	 A	•	•	0	•	0	↕	1	4	00	000	111	
	RLA	 A	•	•	0	•	0	↕	1	4	00	010	111	
	RRCA	 A	•	•	0	•	0	↕	1	4	00	001	111	
	RRA	 A	•	•	0	•	0	↕	1	4	00	011	111	
	RLC r	 r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕	2	8	11 00	001 000 *5	011 r	5
	RLC(HL)		↕	↕	0	P	0	↕	2	15	11 00	001 000 *5	011 110	
	RLC(IX+d)		↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 11 ← 00	011 001 d 000 *5	101 011 → 110	
	RLC(IY+d)		↕	↕	0	P	0	↕	4	23	11 11 ← 00	111 001 d 000 *5	101 011 → 110	
	RL s	 s=r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕				010		
	RRC s	 s=r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕				001 } *6		
	RR s	 s=r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕				011		
	SLA s	 s=r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕				100		
	SRA s	 s=r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕				101 *6		
	SRL s	 s=r, (HL), (IX+d), (IY+d)	↕	↕	0	P	0	↕				111 *6		
	RLD		↕	↕	0	P	0	•	2	18	11 01	101 101	101 111	
	RRD		↕	↕	0	P	0	•	2	18	11 01	101 100	101 111	

	ニーモニック	オペレーション	フラグ S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	OPコード 76	543	210	
ビット操作命令	BIT b, r	Z←$\overline{r_b}$	×	↕	1	×	0	•	2	8	11	001	011	
											01	b	r	[5],[6]
	BIT b,(HL)	Z←$\overline{(HL)_b}$	×	↕	1	×	0	•	2	12	11	001	011	
											01	b	110	[6]
	BIT b, (IX+d)	Z←$\overline{(IX+d)_b}$	×	↕	1	×	0	•	4	20	11	011	101	
											11	001	011	
											←	d	→	
											01	b	110	[6]
	BIT b, (IY+d)	Z←$\overline{(IY+d)_b}$	×	↕	1	×	0	•	4	20	11	111	101	
											11	001	011	
											←	d	→	
											01	b	110	[6]
	SET b, r	r_b←1	•	•	•	•	•	•	2	8	11	001	011	
											[11]*7	b	r	[5],[6]
	SET b, (HL)	$(HL)_b$←1	•	•	•	•	•	•	2	15	11	001	011	
											[11]*7	b	110	[6]
	SET b, (IX+d)	$(IX+d)_b$←1	•	•	•	•	•	•	4	23	11	011	101	
											11	001	011	
											←	d	→	
											[11]*7	b	110	[6]
	SET b, (IY+d)	$(IY+d)_b$←1	•	•	•	•	•	•	4	23	11	111	101	
											11	001	011	
											←	d	→	
											[11]*7	b	110	[6]
	RES b, s	s_b←0									[10]*8			
		s=r, (HL), (IX+d), (IY+d)												
ジャンプ・コール・リターン命令	JP nn	PC←nn	•	•	•	•	•	•	3	10	11	000	011	
											←	n	→	
											←	n	→	
	JP cc, nn	If cc is true PC←nn	•	•	•	•	•	•	3	10	11	cc	010	[7]
		Otherwise continue									←	n	→	
											←	n	→	
	JR e	PC←PC+e	•	•	•	•	•	•	2	12	00	011	000	
											←	e−2	→	
	JR C, e	If C=0 continue	•	•	•	•	•	•	2	7 if C=0	00	111	000	
		If C=1 PC←PC+e								12 if C=1	←	e−2	→	
	JR NC, e	If C=1 continue	•	•	•	•	•	•	2	7 if C=1	00	110	000	
		If C=0 PC←PC+e								12 if C=0	←	e−2	→	
	JR Z, e	If Z=0 continue	•	•	•	•	•	•	2	7 if Z=0	00	101	000	
		If Z=1 PC←PC+e								12 if Z=1	←	e−2	→	
	JR NZ, e	If Z=1 continue	•	•	•	•	•	•	2	7 if Z=1	00	100	000	
		IfZ=0 PC←PC+e								12 if Z=1	←	e−2	→	
	JP (HL)	PC←HL	•	•	•	•	•	•	1	4	11	101	001	
	JP (IX)	PC←IX	•	•	•	•	•	•	2	8	11	011	101	
											11	101	001	
	JP (IY)	PC←IY	•	•	•	•	•	•	2	8	11	111	101	
											11	101	001	

＊5のところに＊6のそれぞれのコードが入り，RLC命令と同様に各命令を展開

＊7のところに＊8のそれぞれのコードが入り，SET命令と同様に各命令を展開

	ニーモニック	オペレーション	フ	ラ	グ				バイト	ステート	OPコード			
			S	Z	H	P/V	N	C			76	543	210	
ジャンプ・コール・リターン命令	DJNZ e	B←B−1 if B=0 continue if B≠0 PC←PC+e	•	•	•	•	•	•	2	8 if B=0 13 if B≠0	00 ←	010 e−2	000 →	
	CALL nn	$(SP-1) \leftarrow PC_H$ $(SP-2) \leftarrow PC_L$ PC←nn	•	•	•	•	•	•	3	17	11 ← ←	001 n n	101 → →	
	CALL cc, nn	If cc is false continue otherwise same as CALL nn	•	•	•	•	•	•	3	10 if cc is false 17 if cc is true	11 ← ←n	cc n →	100 →	[7]
	RET	$PC_L \leftarrow (SP)$ $PC_H \leftarrow (SP+1)$	•	•	•	•	•	•	1	10	11	001	001	
	RET cc	If cc is false continue otherwise same as RET	•	•	•	•	•	•	1	5 if cc is false 11 if cc is true	11	cc	000	[7]
	RETI	Return from interrupt	•	•	•	•	•	•	2	14	11 01	101 001	101 101	
	RETN	Return from non maskable interrupt	•	•	•	•	•	•	2	14	11 01	101 000	101 101	
	RST p	$(SP-1) \leftarrow PC_H$ $(SP-2) \leftarrow PC_L$ $PC_H \leftarrow 0$ $PC_L \leftarrow P$	•	•	•	•	•	•	1	11	11	t	111	[8]
入出力命令	IN A, n	A←(n) $A_{0\sim7} \leftarrow n$ $A_{8\sim15} \leftarrow A$	•	•	•	•	•	•	2	11	11 ←	011 n	011 →	
	IN r, (C)	r←(C) if r=110 only the flags will be affected $A_{0\sim7} \leftarrow C$ $A_{8\sim15} \leftarrow B$	↕	↕	↕	P	0	•	2	12	11 01	101 r	101 000	[5]
	INI	(HL)←(C) B←B−1 HL←HL+1 $A_{0\sim7} \leftarrow C$ $A_{8\sim15} \leftarrow B$	×	© ↕	×	×	1	•	2	16	11 10	101 100	101 010	
	INIR	(HL)←(C) B←B−1 HL←HL−1 until B=0 $A_{0\sim7} \leftarrow C$ $A_{8\sim15} \leftarrow B$	×	1	×	×	1	•	2	21 if B≠0 16 if B=0	11 10	101 110	101 010	
	IND	(HL)←(C) B←B−1 HL←HL−1 $A_{0\sim7} \leftarrow C$ $A_{8\sim15} \leftarrow B$	×	© ↕	×	×	1	•	2	16	11 10	101 101	101 010	
	INDR	(HL)←(C) B←B−1 HL←HL−1 until B=0 $A_{0\sim7} \leftarrow C$ $A_{8\sim15} \leftarrow B$	×	1	×	×	1	•	2	21 if B≠0 16 if B=0	11 10	101 111	101 010	
	OUT n, A	(n)←A $A_{0\sim7} \leftarrow n$ $A_{8\sim15} \leftarrow A$	•	•	•	•	•	•	2	11	11 ←	010 n	011 →	

	ニーモニック	オペレーション	フラグ S	Z	H	P/V	N	C	バイト	ステート	OPコード 76	543	210	
入出力命令	OUT (C), r	(C)←r $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	•	•	•	•	•	•	2	12	11 01	101 r	101 001	5
	OUTI	(C)←(HL) B←B−1 HL←HL+1 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	×	Ⓒ ↕	×	×	1	•	2	16	11 10	101 100	101 011	
	OTIR	(C)←(HL) B←B−1 HL←HL+1 until B=0 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	×	1	×	×	1	•	2	21 if B≠0 16 if B=0	11 10	101 110	101 011	
	OUTD	(C)←(HL) B←B−1 HL←HL−1 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	×	Ⓒ ↕	×	×	1	•	2	16	11 10	101 101	101 011	
	OTDR	(C)←(HL) B←B−1 HL←HL−1 until B=0 $A_{0\sim7}$←C $A_{8\sim15}$←B	×	1	×	×	1	•	2	21 if B≠0 16 if B=0	11 10	101 111	101 011	

1

Reg	ss dd
B C	00
D E	01
H L	10
S P	11

2

Reg	qq
B C	00
D E	01
H L	10
A F	11

3

Reg	pp
B C	00
D E	01
I X	10
S P	11

4

Reg	rr
B C	00
D E	01
I Y	10
S P	11

5

Reg	r, s
B	000
C	001
D	010
E	011
H	100
L	101
A	111

6

Bit	b
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

7

cc		Condition	Flag
000	N Z	Non Zero	Z
001	Z	Zero	Z
010	N C	Non Carry	C
011	C	Carry	C
100	P O	Parity Odd	P/V
101	P E	Parity Even	P/V
110	P	Sign Positive	S
111	M	Sign Negative	S

8

P	t
00H	000
08H	001
10H	010
18H	011
20H	100
28H	101
30H	110
38H	111

フラグ	
•	影響受けない
0	リセット
1	セット
×	不定
↕	演算結果に従った影響を受ける
P	"1" 偶数パリティ, "0" 奇数パリティ
V	"1"オーバフロー有り, "0" オーバフロー無し
IFF	P/Vフラグ←(IFF)

Ⓐ	BC−1=0	ならば	P/V=0,	その他	P/V=1
Ⓑ	A=(HL)	ならば	Z=1,	その他	Z=0
Ⓒ	B−1=0	ならば	Z=1,	その他	Z=0

d, n	8ビット・イミーディエト・データ
e	相対アドレシングの変位置
e−2	eの実効変位置

2.『MFASM2』→『HIT-88』ファイルコンバータ

これまで『MFASM2』でプログラムを開発されていた方は、そこで作成したプログラムを『HIT-88』上で使いたい場合があると思います。『HIT-88』のエディタは、**アスキーセーブされたもの**であればエディットすることが可能です。もちろん、アスキーセーブさえされていれば、通常のBASICプログラムをロードして、エディットすることもできます(ただし、1行は80文字以内であること)。

ですから、アスキーセーブされた『MFASM2』のプログラムを、そのまま『HIT-88』上にロードして、行番号やリマーク(')を削除すれば、『HIT-88』用のファイルとすることができます。

しかし、プログラムが長くなると、行番号やリマークを取るのも大変です。そんな手間が省けるように、簡単なファイルコンバータを載せておきますので、うまく活用してください。

プログラムはBASICですが、使用に当たりいくつかの注意点があります。

・『MFASM2』のファイルはアスキーセーブしたものであること

通常のBASICファイルとしてセーブしてある場合は、いったんロードしてから、

SAVE"ファイル名",A

として再セーブしてください。

・「How many files (0-15)」には2(または単にリターン)を入力する

プログラム実行中はファイルをオープンします。必ずファイル数を2以上確保してください。

・ディスケットにゆとりがあること

このプログラムは、現在あるファイルを変更するのではなく、コンバートされた新しいファイルを作成するものです。したがって、ディスケットには新しいファイルを作るだけの空きが必要です。

プログラムを実行すると、画面には全ファイル名と空きクラスタ数が表示され、

MFASM2 file =

と、コンバートしたい『MFASM2』のファイル名を聞いてきます。それに答えると、

HIT-88 file =

と、新しく作るファイル名を聞いてきます。『HIT-88』上で使いたい新ファイル名を入力してください。画面に次々とその内容が表示され、コンバートは完了します。

リスト　MFASM→『HIT-88』ファイルコンバータ

```
1000 'MFASM2 file to HIT88 file
1010 CLEAR,&HE5FF:DEFINT A-Z:DIM SD$(100)
1020 CLS:FILES:PRINT:PRINT DSKF(1);"クラスタ フリー":PRINT
1030 LINE INPUT"MFASM2 file = ";MF$
1040 IF MF$="" THEN END
1050 LINE INPUT"HIT-88 file = ";HT$
1060 IF HT$="" THEN END
1070 OPEN MF$ FOR INPUT AS #1
1080 OPEN HT$ FOR OUTPUT AS #2
1090 WHILE NOT EOF(1)
1100 I=0
1110 WHILE I<=100 AND NOT EOF(1)
1120 LINE INPUT #1,SD$(I)
1130 I=I+1
1140 WEND
1150 J=0
1160 WHILE J<I
1170 TD$=MID$(SD$(J),INSTR(SD$(J),"'")+1)
1180 PRINT TD$
1190 PRINT #2,TD$
1200 J=J+1
1210 WEND
1220 WEND
1230 CLOSE:END
```




あとがき

―― マシン語の魅力 …… マリョク ――

BASICなどのプログラムに比べると、マシン語というのは非常にプログラマの個性が発揮される言語です。もちろん、技術レベルの差が表れるということもありますが、それ以上に違うのがモノの考え方です。

例えば、本書のテーマであるサウンド・プログラム。このプログラムの根幹となっているMSLは、音楽的才能のない私が考えたマシン語的発想による省データ構造が大きな特徴です。

これに対する客観的な評価は読者の皆様におまかせしますが、少なくとも私にとっては一番使いやすいものです。一方、市販されているミュージック・ツール、あるいはゲームなどに使われているサウンドドライバ、これらはそれぞれ発想が違うように、データや入力方法もまったく違います。

専用ツールを使って楽譜として入力する方法、キーボードを鍵盤に見立てて入力する方法、マイクから音声で入力する方法など、なかには16進の数値で直接入力するというMM(Music Macro)人間も存在します。

そのこと自体は個人の好みであり、第三者がとやかくいう問題ではありません。しかし、入力方法はどうあれ最終的にはメモリ消費の少ないものほど実用性が高いデータ構造といえます。特に、サウンドボードIIのようにチャンネル数も増え、さらに扱う曲数が多くなってくると、たかが音楽データというような甘い考えは通用しません。やがては、それがメインプログラムを圧迫してくるのです。あわてて作り直すことなどないよう、構想段階で十分に検討しなければなりません。

これとは逆に、確定しているデータに圧縮をかけるのも、発想が重視されるおもしろいテーマです。例えば、グラフィック・データなどは、フル画面では48Kバイトものメモリを必要としています。ということは、圧縮テクニックがパソコン本体のメモリだけでなく、ディスクのメモリ容量にまで波及し、ゲームであればシナリオにまで影響を及ぼすわけです。

スケールの大きさといい、切り詰めるデータの量といい、グラフィック・データの圧縮は一度は挑戦しなければならない大きなテーマでしょう。いずれ機会がありましたら、独自に開発した超強力な圧縮理論とプログラムを紹介したいと思います。

このように、マシン語の技術とは、プログラム・テクニックというよりも、発想に左右されるヒラメキ術なのです。だから、初心者でもプロより優れたプログラムを組むことは十分に可能です。どちらかというと、遊び人タイプの人に適した言語かもしれません。こんなところにも、強くマリョク(マシン語の魅力)を感じるのです。

精神的自由、心の自由を奪われることが多い現代社会において、マシン語の世界こそ残された最後の自由空間です。マシン語とは、あなたを病から解放し、人類を破滅から救う魔法の言葉……。

おっと、これはマリョクではなく魔力でした……ネ。

■ 筆者略歴

日高　徹(ひだか　とおる)

1949年、栃木県宇都宮市生まれ。早稲田大学商学部卒。

PC-8801シリーズを中心に、オリジナルのゲームを多数発表。代表作に「北斗の拳」(エニックス)、「ガンダーラ」(エニックス)などがある。

また、書籍の執筆も精力的に手掛けており、著書に「PC-8801mk II SRマシン語ゲーム・プログラミング」(アスキー出版局)、「はじめてのマシン語」(啓学出版)がある。

PC-8801シリーズ
マシン語サウンド・プログラミング

1989年2月21日　初版発行
定価2,580円(本体2,505円)

著　者　日高　徹(ひだか とおる)
発行者　藤井 章生
発行所　株式会社アスキー
〒107-24　東京都港区南青山6-11-1スリーエフ南青山ビル
振　替　東京4-161144
TEL　(03)3486-7111 (大代表)
情報 TEL　(03)3498-0299 (ダイヤルイン)
出版営業部 TEL　(03)3486-1977 (ダイヤルイン)

制　作　株式会社 GARO
印　刷　株式会社加藤文明社印刷所

編集　秋山耕一

ISBN4-87148-349-5 C3055 P2580E


SCORE
NOTE
TONE
SOUND
MACHINE
START
RHYTHM
SYNTHESIS
MUSIC

PC-8801シリーズ

マシン語サウンドプログラミング

日高 徹 著

序章

FM音源にファーストアプローチ

第①章

音色エディタと音源基本アクセス

第②章

音響効果のノウハウ&テクニック

第③章

活用!スーパーサウンドドライバ

第④章

エディタ・アセンブラ『HIT-88』

APPENDIX

マシン語インストラクション表

『MFASM2』→『HIT-88』

ファイルコンバーター

定価2,580円(本体2,505円)

ISBN4-87148-349-5 C3055 P2580E

定価2,580円
(本体2,505円)

88のサウンド機能は、サウンドボードによって頂点に達した。しかし、その恐るべき能力は、未だ解明されないままになっている。市販ゲームのすさまじいBGMを聞いて、うらやむばかりの我々である。しかし、そんなジレンマも今日までだ。MMLは永遠ではない。新たなるサウンドドライバを従えて、ついに立ち上がるときがきた。本書は、FM音源、SSG音源、リズム音源、ADPCMなどをマシン語コントロールするため、そのノウハウ、そしてテクニックをトコトンのトンまで探求する。音色エディタ、サウンドドライバ、エディタアセンブラ『HIT-88』など、プログラムも満載!!

日高 徹 著

ASCII
ASCII BOOKS

サウンド機能をマシン語コントロール

88最後の砦に立ちはだかるんはサウンド機能。キミはサウンド・プログラマとなり、FM音源、SSG音源、リズム音源、ADPCMを制することができるか!

本書内容:序章 FM音源にファーストアプローチ/第1章 音色エディタと音源基本アクセス/第2章 音響効果のノウハウ&テクニック/第3章 活用!スーパーサウンドドライバ/第4章 エディタ・アセンブラ『HIT-88』

アスキー出版局

PC-8801シリーズ
マシン語サウンド・プログラミング